N
7 | 2

N
52

John Birkett.

The Library of the
Wellcome Institute for
the History of Medicine

MEDICAL SOCIETY
OF
LONDON
DEPOSIT

Accession Number

Press Mark
LEHMANN, C.G.

62748/B
Vol. 1/2

Lehrbuch

der

physiologischen Chemie.

Erster Band.

Lehrbuch

der

physiologischen Chemie.

Von

Prof. Dr. C. G. Lehmann.

Erster Band.

Zweite gänzlich neu umgearbeitete Auflage.

Leipzig,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1850.

21

N6

Vorwort

zur ersten Auflage.

Bei dem Streben der neuern Physiologen und Pathologen, die physischen Veränderungen und Gesetze im belebten Körper zu erforschen, sind die chemischen Erscheinungen im Organismus keineswegs unberücksichtigt geblieben; wir brauchen nicht erst die Männer namhaft zu machen, welche auch den chemischen Processen im Thierkörper ihre Aufmerksamkeit gewidmet haben; sind es doch zum Theil die Koryphäen der Wissenschaft. Indessen hat hie und da unter den ausgezeichnetsten Physiologen und Aerzten die Chemie nicht die Würdigung gefunden, die sie wohl nach ihrer jetzigen Stellung unter den Naturwissenschaften verdiente. Die Chemie hat zwar erst in den letzten Decennien als Wissenschaft einen gewaltigen Aufschwung genommen: allein schon dürfte sie im Stande sein, der Physiologie und Medicin die Aufschlüsse zu geben, die einst ein *Sylvius* vergeblich von ihr erwartete. Dem Chemiker, dem Physiologen und Arzte ist somit ein neues, fruchtbares Feld eröffnet, an dessen Bearbeitung sich bereits viele Kräfte mit Glück versucht haben; und doch hat man hie und da dessen Fruchtbarkeit bezweifelt. Zuweilen

erwartete man schon Früchte, die selbst dieser ergiebige Boden noch nicht zur Reife bringen konnte; auch wählte man wohl nicht immer die richtige Bearbeitungsweise und sammelte demnach nicht die Früchte, die bei genauerer Berücksichtigung aller Verhältnisse wohl hätten gewonnen werden können. Aerzte verlangten eine vollständige Pathochemie, ohne dass die physiologische Chemie einigermassen systematisch behandelt gewesen wäre; man untersuchte Krankheitsproducte, ohne die chemischen Stoffe und Vorgänge im gesunden Körper hinlänglich zu kennen; man baute zuweilen chemisch-pathologische Theorien, ohne das Thatsächliche im gesunden Körper erforscht zu haben. Hatte man aber auch, zum Theil in zu hochgestellten Erwartungen getäuscht, oder durch Missverständniss auf mannigfache Abwege verleitet, sich davon abschrecken lassen, die physiologische Chemie mit Ausdauer zu bearbeiten: so haben doch viele Naturforscher nicht die Hoffnung aufgegeben, die reichlichsten Früchte für Physiologie und Medicin aus der Erforschung der chemischen Processe im Thierkörper zu ernten. Viele ausgezeichnete Männer, in der Erforschung andrer Disciplinen der allgemeinen Naturwissenschaft bewährt, stehen darum nicht ab, auch den so verwickelten chemisch-vitalen Vorgängen ihre Aufmerksamkeit, ihre Kräfte zu widmen. Die Wahrheit im Auge, dass auch die organische Materie nicht ausser dem Gesetze der Affinität sei, hat der Verfasser vorliegenden Werks es unternommen, sich den Bemühungen jener Männer anzuschliessen, hat er versucht, in folgenden Bogen eine eigenthümliche Bearbeitungsweise der physiologischen Chemie zu liefern, indem er die Disciplin selbst nach einem gewissen Systeme behandelte, und nach demselben Systeme die hier niedergelegten Versuche anstellte.

In doppeltem Sinne drang also wohl die Zoochemie bisher nicht recht in das Leben ein, einerseits weil man die Thierstoffe zu sehr von rein chemischer, scheidekünstlerischer Seite behandelt hatte, und andrerseits, weil Aerzte und Physiologen der Natur der Sache nach mit den neuern Theorien und Entdeckungen der Chemie weniger vertraut, auch nur wenig Verknüpfungspunkte zwischen der Chemie und der Wissenschaft der belebten Natur finden konnten. Es war der Wunsch des Verfassers, der physiologischen Chemie, die nur ein Sonderleben zeigte, ein Allgemeinleben zu verschaffen; wir wissen nicht, in wie weit dies gelungen. Wir wissen aber und gestehen, dass wenigstens unser Streben immer dahin ging, die oft vielfach verschlungenen Phänomene auf die einfachsten Gesetze zurückzuführen, und somit das aus physischen und chemischen Gesetzen Erklärbare von dem Unerklärlichen zu sichten, d. i. von dem, was der Lebenskraft überlassen bleiben muss.

Fern von supranaturalistischen Speculationen finden wir in den niedern Sphären organischen Lebens die Gesetze wieder, die auch die sogenannte todte Welt regieren; wir haben die Einerleiheit des Physikalischen und Organischen wenigstens in den niedern Regionen des Bildungslebens erkannt, die Einerleiheit, welche begabte Geister bereits in dem allgemeinen Naturleben erschaut haben. Wie es einer geläuterten Naturforschung geziemt, sind voreilige Schlüsse möglichst vermieden, und wahrscheinliche Sätze nur mit dem gehörigen Vorbehalt ausgesprochen worden. Sich nur an Thatsachen, an directe Versuche haltend, ist der Verfasser zuweilen zu Resultaten und Ansichten über die Stoffmetamorphose in belebten Körpern gelangt, die den jetzt geltenden Meinungen über die thierische Oekonomie direct ent-

gegengesetzt sind; doch er wagte sie auszusprechen, da er sie nur aus der Erfahrung, nur aus dem Versuche schöpfte.

Dem Plane des ganzen Werks gemäss sind die Versuche weniger im Bezug auf das chemische Verhalten angestellt worden als in Rücksicht auf das Verhalten zum allgemeinen Organismus. Die physiologischen Beobachtungen und Versuche z. B. rücksichtlich des Urins und seiner Bestandtheile, sind da, wo es irgend möglich war, immer an einer und derselben Person, d. h. an mir selbst angestellt worden, damit nicht die verschiedene Individualität, die den Zahlenbestimmungen in der Physiologie und Pathologie so sehr hinderlich ist, auf den Erfolg des Versuchs einen besondern Einfluss ausübte und zu schiefen Schlüssen verleitete. Wo es nöthig erschien, sind die Versuche genauer angegeben, meist aber nur die Resultate mitgetheilt worden.

Der ursprüngliche Zweck des Verfassers bei Abfassung dieses Werkes war, die von ihm selbst ausgeführten physiologisch-chemischen Versuche in einer gewissen Ordnung zusammenzustellen, da gerade dergleichen Experimente, isolirt hingestellt, meist nur geringes Interesse haben, ja für den Augenblick oft ohne alle Beziehung sind. Vieles erlangte so eine Wichtigkeit, was früher als zufällig ganz übersehen worden war. Gerade dieses Zusammenstellen und Vergleichen musste den Verf. nicht nur zu bestimmten Ergebnissen, sondern auch zu einer eignen Auffassung des Chemismus im Thierkörper und der physiologischen Chemie selbst leiten. So entstand dieses Werk, welches keineswegs etwa die Anmassung verrathen dürfte, Werke ähnlicher Art entbehrlich und überflüssig zu machen; sucht doch jeder im Dienste der Wissenschaft das Seinige zur Förderung

derselben beizutragen; denn es sind ja gerade die verschiedenen Auffassungsweisen, welche namentlich bei einer noch so jungen Disciplin, wie die physiologische Chemie ist, dazu führen können, fernere Versuche mit Glück anzustellen und die Wissenschaft selbst weiter auszubilden und zu vervollkommnen.

Leipzig, im Juni 1841.

Vorwort

zur zweiten Auflage.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Werks hat die Chemie, insbesondre aber die physiologische eine so eifrige und vielseitige Bearbeitung erfahren und ist mit so viel neuen Thatsachen und Entdeckungen bereichert worden, dass dieses Jahrzehent gewiss eines der bedeutungsvollsten in der Geschichte dieser Wissenschaft sein wird. Daher konnte auch die erste Auflage dieses Werks nach kaum verflossenen zwei Lustris nicht eine einfache Ergänzung oder Umarbeitung erleiden, sondern die ganze Disciplin musste einer durchaus neuen Bearbeitung, und zwar ebensowohl in formeller als in materieller Hinsicht unterworfen werden. Der oberflächlichste Vergleich beider Auflagen wird zeigen, dass nicht nur in der Zusammenstellung des Ganzen eine vollkommene Umänderung stattgefunden hat, sondern dass auch selbst nur wenige Zeilen oder Sätze aus der frühern Auflage in diese übergegangen sind. Nur so glaubten wir, dem heutigen Standpunkte dieser Disciplin Rechnung tragen zu können.

Das rasche Fortschreiten der Wissenschaft, das jähe Aufhäufen einer Masse unverarbeiteten oder unverarbeitbaren Materials mag uns aber auch als Entschuldigung dienen, dass wir unsre Freunde auf den zweiten Theil dieses so lange vergeblich

warten liessen. Indessen waren es besonders zwei Gründe, welche ein längeres Zurückhalten dieses zweiten Theiles wohl einigermassen verzeihlich machten. Der eine derselben liegt in dem innigen Zusammenhange der dort behandelten Gegenstände mit Histologie, Entwicklungsgeschichte und pathologischer Anatomie; da der Verf. die Ursache des mannigfachen Tadels, welchen die physiologische Chemie mit mehr oder weniger Recht erfahren hat, hauptsächlich in einer unzureichenden Bekanntschaft oder Vernachlässigung der einschlagenden Disciplinen sucht, so war er bestrebt, um hinreichend urtheilsfähig zu werden, sich wenigstens über das positive, unterliegende Material genannter Disciplinen durch eigne Anschauung und Beobachtung möglich vollständigst zu unterrichten; denn nur so glaubte er zu einer kritischen Bearbeitung der betreffenden Kapitel befähigt zu sein; eine solche schien ihm hier um so nothwendiger, als das massenhafte, oft sehr unlautere Material der physiologischen und pathologischen Histologie sich ohne kritische Scheidung nicht in die physiologische Chemie einverweben lässt, und als wir sonst anstatt des Versuchs einer möglich systematischen Darstellung nur ein Convolut heterogener, zusammenhangsloser und oft einander widersprechender Thatsachen hätten liefern können. Hierzu kommt, dass in jenen Disciplinen selbst, die der physiologischen Chemie den Grund und Boden gewähren müssen, sich Beobachtungen auf Beobachtungen häufen, und auf diese gestützte Ansichten durch andre oft entgegengesetzte in schneller Folge verdrängt werden. Man muss daher, so weit dies möglich ist, auf eignen Füssen zu stehen versuchen, um nicht am Gängelbande der täglich auftauchenden und untergehenden Raisonnements literarischer Flugblätter hin und her gezogen zu werden.

Der wichtigste Grund aber, weshalb wir mit Zagen an die Veröffentlichung des zweiten Theils gehen, liegt darin, dass wir uns dort mehr noch als in der Zoochemie von dem Boden exacter Forschung entfernen müssen; wir gelangen dort zur Beurtheilung der vital-chemischen Processe; diese liegen mehr ausser dem Gebiete directer Beobachtung; diese wollen erschlossen sein; wir treffen hier auf Schlüsse verschiedener Art, deren logische Berechtigung oft schwierig zu erkennen ist. Die neuere Zeit hat gerade dieser Spitze der physiologisch-chemischen Forschung ihre vollste Thätigkeit zugewendet, und es konnte daher kaum fehlen, dass aus diesem noch so wenig bearbeiteten Boden eine Unzahl mehr oder minder geistreicher Hypothesen emporsprossten, deren Sichtung nur durch selbstständiges Anlegen des Wahrscheinlichkeitsmasses und positive Untersuchungen unternommen werden konnte. Da jedoch auch das längste Zögern, Erwägen und Abwägen nicht zu einer zufriedenstellenden Sichtung hätte führen können, so wagt es der Verf., endlich diesen Versuch einer physiologischen Chemie von Stapel laufen zu lassen, überzeugt von der Nachsicht derer, die mit vollem Bewusstsein einem gleichen Ziele nachgestrebt haben und noch nachstreben.

Leipzig, im September 1849.

Inhaltsverzeichniss.

	Seite.
Methodologische Einleitung	1
Organische Substrate des thierischen Organismus	26
Buttersäuregruppe	34
Oxalsäure	44
Ameisensäure	52
Essigsäure	54
Metacetonsäure	57
Buttersäure	60
Baldriansäure	67
Capronsäure	69
Oenanthsäure	70
Caprylsäure	72
Pelargonsäure	73
Caprinsäure	74
Cetylsäure	75
Bernsteinsäuregruppe	78
Bernsteinsäure	79
Fettsäure	80
Benzoësäuregruppe	82
Benzoësäure	84
Milchsäuregruppe	89
Milchsäure	90

Seite.

Feste Fettsäuren ... 110
Margarinsäure ... 111
Stearinsäure ... 114
Oelige Fettsäuren ... 117
Oelsäure ... 117
Döglingsäure ... 121
Harzige Säuren ... 122
Lithofellinsäure ... 122
Cholsäure ... 123
Sauerstofffreie Alkaloide ... 133
Anilin ... 134
Picolin ... 136
Petinin ... 137
Sauerstoffhaltige Alkaloide ... 137
Kreatin ... 139
Kreatinin ... 144
Tyrosin ... 147
Leucin ... 148
Sarkosin ... 151
Glycin ... 153
Harnstoff ... 158
Xanthin ... 174
Guanin ... 176
Allantoïn ... 179
Cystin ... 182
Taurin ... 185
Gepaarte Säuren ... 189
Pikrinsäure ... 192
Hippursäure ... 194
Harnsäure ... 205
Inosinsäure ... 226
Glykocholsäure ... 227
Hyocholinsäure ... 233
Taurocholsäure ... 237
Halidbasen und Halidsalze ... 241
Lipyloxyd ... 245
Glycerin ... 246
Fette ... 250
Cetyloxyd ... 280

Seite.
Lipoïde ... 282
Cholesterin ... 282
Serolin ... 287
Castorin ... 287
Ambrin ... 288
Stickstofflose neutrale Körper ... 288
Krümelzucker ... 289
Milchzucker ... 303
Farbstoffe ... 307
Hämatin ... 307
Melanin ... 316
Gallenfarbstoff ... 320
Harnfarbstoff ... 325
Extractivstoffe ... 327
Stickstoffhaltige, histogenetische Stoffe ... 329
Proteïnverbindungen ... 334
Albumin ... 338
Fibrin ... 357
Vitellin ... 373
Globulin ... 375
Caseïn ... 382
Pflanzenleim ... 396
Legumin ... 397
Proteïntritoxyd ... 399
Abkömmlinge der Proteïnverbindungen ... 401
Thierischer Leim ... 401
Knochenleim ... 402
Knorpelleim ... 408
Fibroïn ... 410
Chitin ... 412
Mineralsubstanzen des thierischen Körpers ... 416
Erste Classe von Mineralkörpern ... 423
Wasser ... 423
Phosphorsaurer Kalk ... 424
Kohlensaurer Kalk ... 430
Phosphorsaure Talkerde ... 432
Fluorcalcium ... 435
Kieselsäure ... 436
Zweite Classe von Mineralkörpern ... 439

Seite.

Chlorwasserstoffsäure 439
Fluorwasserstoffsäure 439
Chlornatrium 440
Kohlensaures Natron 446
Phosphorsaure Alkalien 449
Eisen 452
Dritte Classe von Mineralkörpern 453
Schwefelsaure Alkalien 453
Kohlensaure Talkerde 456
Mangan 457
Thonerde 458
Arsen 458
Kupfer und Blei 459
Ammoniaksalze 461
Blausäure 462
Schwefelblausäure 463

Methodologische Einleitung.

Die Anwendung der Chemie zur Erklärung physiologischer und pathologischer Processe hat in dem letzten Decennium einen so allgemeinen Anklang gefunden, dass es fast überflüssig scheinen dürfte, noch an der Spitze dieses Werks den Werth der physiologischen Chemie ausführlicher darzulegen. Hatten wir aber Ursache, vor nicht allzulanger Zeit diese junge Disciplin vor mancherlei Angriffen zu schützen und gegen die ungünstigen Urtheile, die frühere Irrthümer in ihrer Anwendung und mancherlei Missgriffe in ihrer Durchführung hervorgerufen hatten, möglichst zu vertheidigen: so sind wir heute beinahe auf dem Punkte, ihr das Vertrauen wieder zu entziehen, welches man ihr in so reichem Maasse geschenkt hat. Es ist nämlich unter vielen Physiologen und Aerzten die Begeisterung für die organische Chemie in einen Fanatismus übergegangen, der immer, finde er auch für die beste Sache statt, hundert Wahrheiten zertritt, um höchstens eine aufrecht zu erhalten. Denn oft möchte man fragen, ob nicht ihre eifrigsten Lobredner ihrer ferneren Geltung und Anerkennung mehr Abbruch gethan, als Vorschub geleistet haben. Es ist daher im Eingange der physiologischen Chemie gewiss nichts nothwendiger, als sich darüber klar zu werden, was diese Disciplin heute wirklich zu leisten vermöge, welche Forderungen wir nach ihrer jetzigen Ausbildung an sie stellen können, und auf welchem Wege, durch welche Mittel und nach welcher Methode wir am sichersten in ihr Gebiet eindringen und sie selbst am ehesten ihrer Vollendung nahe führen können?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird es nicht unzweckmässig sein, wenn wir vorher die mancherlei Irrwege näher bezeichnen, auf die man in dem eifrigsten Streben nach Aufklärung der Physiologie und Medicin durch chemische Lehren und Forschungen gerathen ist. Diese Irrwege scheinen uns aber nach drei Richtungen hin zu verlaufen:

Erstens hat man zu wenig die Gesetze einer wahrhaften Naturphilosophie beachtet, ja häufig genug nicht einmal die einfachsten Regeln vernunftgemässen Denkens innegehalten; ferner ist das nothwendige Ineinandergreifen der Chemie und Physiologie, so wie der Histologie und pathologischen Anatomie nur zu oft ausser Acht gelassen worden; und endlich hat man eine Menge Fragen durch die Chemie entscheiden zu können geglaubt, die entweder von ihr aus gar keiner Beantwortung fähig sind, oder wenigstens bei dem jetzigen Standpunkte dieser Disciplin noch ohne Antwort bleiben müssen.

Wenn wir in der Anwendung der Chemie auf die Wissenschaft des generellen Lebens noch hie und da den durchgreifenden Einfluss einer wahrhaften Naturphilosophie vermissen, so verstehen wir darunter nicht etwa eines jener nun ziemlich verschollenen Systeme, die mehr einer schönen Dichtung gleichen und fast zum Spotte der Nachkommen geworden sind, sondern jene Newton'sche Naturanschauung, welche die Astronomie zu ihrer Vollendung und die Physik zu den glänzendsten Entdeckungen führte. Es ist dies dieselbe Naturanschauung, die nur ein *Fries* zu einem Systeme zu verarbeiten verstand, und welcher der unsterbliche *Humboldt* in seinem Kosmos den lebendigen Ausdruck gab. Auch in der Erforschung der Lebenserscheinungen können wir nur vorwärts schreiten durch Anwendung physikalischer Gesetze als Abstractionen, durch Aufstellung gewisser einheitlicher Momente der empirisch beobachteten Erscheinungen, durch Festhalten an sichern leitenden Maximen, kurz durch logische Consequenz. Es scheint aber fast, als habe die ältere Medicin auf jene Disciplinen, die ihr hülfreich zur Seite stehen, einen Schlagschatten geworfen, der selbst lichtere Theile derselben zu verdüstern strebt. Man hat sich nämlich auch in der Medicin, die sich eine physiologische nennt, nicht mit einem Male des alten Hypothesenkrams und der Sucht, alles erklären zu wollen, trotz der festeren Unterlagen entschlagen können; daher ist es gekommen, dass weniger die naturwissenschaftliche, exacte Methode in der Medicin Aufnahme gefunden hat, als dass man das von den Naturwissenschaften und insbesondere von der Chemie gebotene Material ausbeutete, um an die Stelle der früheren naturphilosophischen Delirien chemische Phrasen und chemisch klingende Fictionen zu setzen, die jenen an innerer Leere und Haltlosigkeit kaum nachstehen. Dieser Mangel an logischer Consequenz, dem wir in der heutigen Medicin noch so oft begegnen, hat sich leider von hier aus auch in die Thierchemie eingeschlichen. Man hat auch hier oft genug

vergessen, Thatsache von Hypothese und Hypothese von Fiction zu unterscheiden. Dass diess aber viel leichter in der physiologischen Chemie als in der reinen allgemeinen Chemie geschehen konnte, ist allerdings leicht erklärlich. Während die reine Chemie sich fast nur mit palpabeln Erscheinungen, mit an sich feststehenden, auf bestimmte Gesetze leicht reducirbaren Thatsachen beschäftigt, haben wir es in der auf Lebenserscheinungen angewandten Chemie zwar auch mit Versuchen zu thun, auch mit Fragen an die Natur, deren Beantwortung aber meist noch individuellen Geistesoperationen unterliegt. Die zoochemischen Processe sind die complicirtesten, auf die wir in der Naturforschung stossen. Processe sind aber überhaupt nicht mit Händen zu greifen, diese wollen errathen oder vielmehr verstanden sein. Der ursächliche Zusammenhang der Dinge, die logische Aufeinanderfolge der Erscheinungen wird nicht durch unsere Sinne percipirt, denn die Bewegung sehen wir nicht, wir erkennen sie nur aus dem Resultate der Veränderungen; wir empfinden die Wärme nicht, sondern nur die Schwankungen der Temperatur und ihre Folgen u. s. w. Unsere Sinne täuschen uns daher nicht, sondern nur unser Urtheil über die uns durch die Sinne zum Bewusstsein gebrachten Gegenstände. Demnach kann also die causale Verknüpfung mehrerer zusammengehöriger Phänomene, d. h. ein Process, nicht durch sinnliche Anschauung erfasst werden, sondern nur durch subjective Vereinigung der einzelnen, sinnlich percipirten Objecte. Indem wir nun die äusserst verwickelten chemischen Erscheinungen des Lebens unserer Forschung unterwerfen, treten wir auch recht eigentlich in das Gebiet der Hypothesen. Leider hat man aber hier oft die logischen Begriffe einer Hypothese gänzlich vergessen und an deren Stelle die vagsten Fictionen gesetzt; deshalb ist der Ausdruck Hypothese in solchen Misskredit gekommen, dass viele sich aller Hypothesen entschlagen zu können wähnten, indem sie nicht daran dachten, dass ja ohne Hypothese nicht der einfachste Versuch anzustellen ist. Ohne Hypothese keine Naturforschung; jedem neu anzustellenden Experimente liegt eine solche zu Grunde; sie ist nichts als die Unterstellung unsers Gedankens, unsrer Anschauung unter die Realität der Erscheinungen. Das ist aber immer die Frage, ob wir zu einer solchen Unterstellung durch die vorliegenden Facta logisch berechtigt sind; fehlt eine solche Berechtigung unsrer Position, so verdient sie nicht den Namen einer Hypothese, sondern den einer Fiction, die sich meist erst an andre Hypothesen anzulehnen pflegt.

Zu solchen Fictionen gab aber allerdings die physiologische Chemie

theils wegen ihres Mangels an hinreichender Ausbildung, theils wegen der drängenden Forderung der Physiologie und Pathologie nach chemischen Aufschlüssen die reichlichste Veranlassung. Indem man aus den oft nur zu oberflächlichen Erfahrungen der Chemiker einzelne sehr isolirt dastehende Schlüsse zog, glaubte man diese unter Benutzung sogenannter chemischer Formeln, zu deren Aufstellung meist in den Analysen selbst keine Berechtigung lag, in einen wiewohl rein imaginären Zusammenhang bringen zu dürfen, und zu deren Veranschaulichung sich der chemischen Zeichen bedienen zu können. Wenn man z. B. aus einer Elementaranalyse des Blutrückstandes und der Zusammensetzung einzelner Bestandtheile der Excrete einen Schluss auf die Metamorphose des Bluts zu ziehen wagt, so fehlt demselben aller wissenschaftliche Halt; denn abgesehen davon, dass eine Elementaranalyse eines so gemengten Stoffs, wie doch das Blut ist, zu gar nichts führen und uns am allerwenigsten zur Aufstellung einer chemischen Formel berechtigen kann, so ist es doch gewiss auch ganz unlogisch, die Zusammensetzung des Gesammtbluts mit der einzelner excrementitieller Stoffe vergleichen zu wollen. In solchen, durch chemische Formeln veranschaulichten Schlüssen ist das Addiren von Sauerstoff-, und das Subtrahiren von Wasser-, Kohlensäure- und Ammoniakatomen durchaus willkürlich; denn die chemische Erfahrung hat uns zu den meisten solcher Gleichungen noch nicht den geringsten Anhalt gegeben. Wenn wir dagegen Harnsäure durch verschiedene Oxydationsmittel in Harnstoff und andere Körper zerfallen sehen, und dagegen den Harnsäuregehalt des Urins meist in den Fällen vermehrt finden, wo eine verminderte Zufuhr von Sauerstoff zum Blute nachweisbar ist, so schliessen wir wohl mit Recht, dass auch im thierischen Organismus wenigstens ein Theil des im Harne gefundenen Harnstoffs durch Oxydation der Harnsäure entstanden sei. In der diesem Schlusse untergelegten Formel haben wir auch eine Hypothese, aber eine auf Thatsachen begründete, welche, obwohl noch weiterer Beweise bedürftig, doch fern ist von der oft gerügten, aber seltner vermiedenen Spielerei mit chemischen Chiffern. Chemische Gleichungen aber, die sich auf nichts gründen, als auf die vermeintliche Unfehlbarkeit empirischer Formeln, können uns nur von dem Wege nüchterner Naturforschung ablenken und in ein Chaos der haltlosesten Fictionen stürzen. So könnte man z. B. aus einer chemischen Gleichung schliessen, dass Glycin beim thierischen Stoffwechsel die Quelle des Harnstoffs und der Milchsäure sei; man würde sich nämlich vorstellen, 2 Aeq. Glycinhydrat zerfielen in die genannten

Stoffe nach der Formel: $C_8 H_{10} N_2 O_8 = C_2 H_4 N_2 O_2 + C_6 H_5 O_5 . HO$. Die bisher mit dem Glycin angestellten Versuche widersprechen aber einer solchen Spaltung. Wollte man nun trotzdem den Ursprung des Harnstoffs und der Milchsäure aus dem im Blute noch nicht einmal nachgewiesenen Glycin herleiten, so würde man mindestens gegen die verständlichste Regel der Logik verstossen, wornach eine Hypothese nicht einer andern aufgepfropft werden darf. Leider hat man aber in der letztvergangenen Zeit noch viel complicirtere Gleichungen als Stützen solcher rein subjectiven Anschauungen benutzt, und dadurch andre glauben gemacht, man bewege sich auf dem Wege exactester Forschung. Darum sind auch in der Physiologie, hauptsächlich aber in der Pathologie an die Stelle der frühern naturphilosophischen Phantasien eine Menge chemischer Fictionen getreten, durch welche die Medicin in ein neues Labyrinth haltloser Theorien gestürzt worden ist.

Als einen weitern Grund für die theilweise verfehlte Anwendung der Chemie auf die Lebenserscheinungen bezeichneten wir das mangelhafte Ineinandergreifen der verschiedenen naturwissenschaftlichen Doctrinen, ohne welche keine Einsicht in den Ablauf der einzelnen Phänomene, keine Erkenntniss des vollständigen vitalen Processes zu erlangen ist. Diess gilt besonders von den pathologisch-chemischen Untersuchungen; fast bei den meisten derselben hat man die Errungenschaften der pathologischen Anatomie und der aus dieser hervorgegangenen Diagnostik zu wenig berücksichtigt, während die Anhänger der pathologisch-anatomischen Schule sich chemischer Phrasen und Fictionen bedienen zu dürfen geglaubt haben, ohne mit den bezüglichen chemischen Erfahrungen und Lehrsätzen genügend vertraut zu sein. Wenn chemische Untersuchungen pathologischer Objecte einen wissenschaftlichen Werth haben sollen, wenn sie wirklich den von ihnen erwarteten Aufschluss über pathologische Processe geben sollen, so ist doch gewiss erforderlich, dass der fragliche Gegenstand von anatomischer oder diagnostischer Seite genügend untersucht sei. Gegen diesen selbstverständlichen Satz finden leider noch täglich die ärgsten Verstösse statt. Wie oft sind krankhafte Knochen chemisch untersucht worden, ohne dass man nach einer dem jetzigen Standpunkte der pathologischen Anatomie angemessenen Diagnose gefragt hätte. Was ist z. B. nicht alles unter dem Namen osteomalacischer Knochen analysirt worden, während doch die Befunde solcher Knochen so verschieden sind, dass es selbst für den pathologischen Anatomen oft schwer ist, eine bestimmte Diagnose zu stellen! Häufiger noch treffen wir auf ähnliche Verstösse

bei Untersuchung krankhafter thierischer Säfte. Es sollte hier gewiss immer die Regel, die man z. B. für die statistische Beobachtung der Krankheiten geltend gemacht hat, ebenfalls fest gehalten werden: dass nämlich stets nur die einfachsten Formen einer Krankheit zu solchen Untersuchungen benutzt werden. Sehr oft hat man aber Harn und Blut gerade bei den complicirtesten Krankheitsformen untersucht, und aus dem etwaigen Resultate Schlüsse für den einfachen pathologischen Process gezogen. Oft hat man nicht einmal die richtige Diagnose der Krankheit angegeben. Man gibt z. B. an, das Blut bei einer typhösen Pneumonie untersucht zu haben; bei Durchsicht der Krankheitsgeschichte ergiebt sich aber, dass die fragliche Krankheit weder ein gewöhnlicher Abdominaltyphus mit pneumonischen Exsudaten, noch ein sogenannter Pneumothyphus gewesen sei, sondern eine einfache Pneumonie mit Cerebralsymptomen. Oefter noch müssen wir uns mit einem vagen Krankheitsnamen ohne alle Krankheitsgeschichte begnügen. Gewiss ist in den meisten Fällen der Name der Krankheit bedeutungslos; zur wissenschaftlichen Beurtheilung einer solchen Untersuchung ist es zwar keineswegs erforderlich, dass die ganze Krankheitsgeschichte in der beliebten Manier vom Anfang bis zum Ende ausführlich referirt werde, allein für unbedingt nothwendig halten wir es, dass bei der chemischen Untersuchung eines krankhaften Products der Zustand des Kranken zu der Zeit, wo ihm dieses entlehnt wurde, besonders auf die physikalische Exploration gestützt, genau angegeben werde. Bei Mittheilung chemischer Arbeiten ist es Regel, stets das eingeschlagene Verfahren möglichst genau mitzutheilen, um dem Leser eine freie Beurtheilung des Ganzen zu gönnen und seine eigene Schlussfolgerung zu rechtfertigen. Eine ähnliche Regel sollte bei Mittheilung pathologisch-chemischer Untersuchungen immer auch bezüglich des Krankheitszustandes beobachtet werden. Nur so können solche Arbeiten erst wissenschaftlichen Werth erhalten. Man vergleiche aber unsere pathologisch-chemische Literatur, und man wird finden, wie oft gegen jene Regel gesündigt worden ist.

Soll die Chemie andern naturwissenschaftlichen Disciplinen wahrhaften Gewinn bringen, so dürfen die in diesen bereits gemachten Forschungen und mühsam erworbenen Kenntnisse nicht ignorirt oder gar verdächtigt werden, wie es der auf mikroskopische Untersuchungen gestützten Histologie leider nicht selten ergangen ist. Wir sind zwar glücklich über die Zeit hinaus, wo man z. B. krankhafte Geschwülste, unbekümmert um deren histologische Constitution im Mörser zerstiess

und zerquetschte, um aus dem künstlich erzeugten Chaos ein Krebsin oder Pyin herauszufischen: allein noch heute wird das Verbrennungsrohr gemissbraucht, um die elementare Zusammensetzung einer Masse zu finden, die aus den verschiedensten organisirten, aufgelösten und angeschoppten Theilen gemengt ist. Solche Analysen sind ohne chemischen und ohne physiologischen Werth; dass sie der Chemie auch nicht einen Zoll breit Terrain gewinnen, wird kein Chemiker in Abrede stellen. Dem Physiologen und Pathologen aber bleiben sie ein nutzloses Material, da ihm eben zu deren Benutzung alle wissenschaftlichen Verknüpfungspunkte entzogen sind. Lassen wir uns aber in solchen Fällen die Physiologie als Führerin dienen, so werden uns auch hier die einheitlichen Momente nicht fehlen, auf welche jedes wissenschaftliche Streben, jede Untersuchung, ja jeder einzelne Versuch zurückgeführt werden muss. Gerade die pathologischen Geschwülste können uns als Beispiel dienen, wie die ganze chemische Untersuchung, die Methode der Analyse u. s. w. abhängig sind von der richtigen physiologischen Anschauung solcher Objecte, um zu einem gedeihlichen Erfolge zu führen. Sind wir nämlich der neuesten Forschungen über diesen Gegenstand eingedenk, so betrachten wir die bösartigen Geschwülste nicht mehr als Afterproducte oder parasitische Organe, sondern als Exsudate, die auf verschiedenen Stufen der Entwicklung und Organisation stehen geblieben sind. Halten wir diesen Gesichtspunkt fest, so wird es uns nicht mehr gelüsten, nach besondern Stoffen des Scirrhus, Markschwamms u. dergl. zu suchen, sondern wir werden vielmehr in jenen Objecten eine Gelegenheit zu finden glauben, um den physiologisch-chemischen Processen der Entwicklung des Plasma zu Zellen und Fasern, die bisher der chemischen Untersuchung unübersteigliche Hindernisse entgegensetzten, etwas mehr auf die Spur zu kommen.

Wenn aber insbesondere die pathologische Chemie der pathologischen Anatomie gegenüber oft einen unrichtigen Standpunkt eingenommen hat, so macht sich doch die pathologisch-anatomische Schule nicht minderer Vergehen schuldig. Woher rührt es aber, dass die Vertreter der pathologischen Anatomie, sie, die doch nur mit Erforschung des eigentlichsten Thatbestandes in der Medicin beschäftigt sind, uns bereits mit allen Schrecknissen einer transcendentalen Humoralpathologie drohen? Die Antwort auf diese Frage glauben wir in Folgendem zu finden. Die pathologische Anatomie als solche beschäftigt sich nur mit den äussern, palpabeln Veränderungen, welche Gewebe und Säfte in Folge von Krankheiten erlitten haben, und wenn sie auch

die leisesten Uebergangsstufen im Verlaufe solcher Processe kennen lehrt, so sind diese doch immer nur Formen oder vollendete Thatsachen, die uns noch keine tiefere Einsicht in den Modus der Umwandlungen selbst gestatten; mit einem Worte die pathologische Anatomie ist eine rein descriptive Disciplin, eine Naturgeschichte der Krankheitseffecte, die wohl zu einem System, aber nicht zu einem allgemeinen Princip und daraus abgeleiteten Folgerungen führen kann. Sie ist die Geognosie des kranken Organismus, an sie muss sich eine Geologie der Krankheit zwar anlehnen, sie kann sie aber nicht selbst schaffen. Gerade weil die pathologische Chemie als solche rein descriptiv ist, liegt sie eigentlich ausserhalb der Sphäre des Experiments. Gleich der Geognosie kann sie nur unter Mitwirkung der Physik und Chemie zum Ziele d. h. zu wissenschaftlicher Erkenntniss der Objecte führen. Wurde aber die pathologische Anatomie als die sicherste Grundlage unsers medicinischen Wissens angesehen, so musste auch auf speculativem Wege eine innigere Verknüpfung mit der Pathologie versucht, sie musste dem ärztlichen Publicum gewissermassen erst geniessbar gemacht werden. Wir sind daher auch überzeugt, dass der Schöpfer der deutschen pathologischen Anatomie, Rokitansky, in dem vielfach angegriffenen ersten Theile seines berühmten Werkes den Pathologen nur die Gesichtspunkte hat eröffnen wollen, von denen aus die Ergebnisse der von ihm erst geschaffenen pathologischen Anatomie auszubeuten sind. Allein leider haben seine Schüler oft genug der Physik und Chemie Phrasen und Vorstellungen entlehnt, ohne den Geist dieser Disciplinen zu erfassen oder deren Methode auch nur zu kennen. Daher ist es gekommen, dass selbst von dieser auf den positivsten Beobachtungen fussenden Disciplin aus eine Unzahl der luftigsten Fictionen in die Medicin eingeführt worden sind, die an Seichtigkeit denen früherer Schulen nichts nachstehen. Man hat die Nervenpathologie geächtet, die Nervenphysik ignorirt, weil die gröbere Anatomie hier noch nicht pathologische Veränderungen nachzuweisen vermochte; man hat sich aber nicht gescheut, der organischen Chemie, bei völliger Unbekanntschaft mit derselben, Begriffe oder eigentlich blos Worte zu entlehnen zur Erklärung der complicirtesten Processe, deren Endresultat man höchstens kannte. Einige Anhänger der pathologisch-anatomischen Schule haben uns mit einer Lehre von den Krasen des Bluts in verschiedenen Krankheiten beschenkt, einer Lehre, an die heute noch kein Chemiker im Ernste denken konnte. Diese Krasenlehre ist indessen in neuerer Zeit von Physiologen vielseitig beleuchtet und in ihrer vollständigen Nichtigkeit

dargestellt worden, so dass wir hier nur daran zu erinnern brauchen, dass, wo Mischung oder Entmischung in Frage kommt, der Chemiker allein competent ist; es würde sonst gewiss nicht weniger absurd sein, wenn man verlangte, der Astronom solle vom Zoologen die Bewegung der Himmelskörper oder der Sehende die Farbe vom Blinden lernen.

Ein dritter Umstand, der zu Missgriffen in der physiologischen Chemie geführt hat, beruht auf Ueberschätzung der chemischen Hülfsmittel und völliger Verkennung des derzeitigen Standpunktes der organischen Chemie. Sind die Erwartungen der Aerzte durch die zahlreichen mit ungewöhnlicher Ausdauer durchgeführten Analysen krankhaften Blutes erfüllt worden? Alle Achtung und Dank den unermüdlichen Forschern, die mit so geringen Mitteln, wie sie nur die Zoochemie bieten konnte, sich in das Chaos hineinwagten, um es mindestens einigermassen zu lichten: allein fragen wir ernstlich nach dem Lohne der Mühen und Opfer, so ist der Gewinn, wo nicht zu theuer erkauft, doch sicher zu kärglich, um den Forderungen der Pathologie zu entsprechen. Haben die zahllosen Harnanalysen zu viel Anderem geführt, als etwa zur Annahme mehrerer neuer Krankheitsspecies oder sogenannter Diathesen? Erwarten konnte man vielleicht mehr, aber wundern darf man sich nicht, wenn die bisherigen Bestrebungen jene Hoffnungen wo nicht getäuscht, doch wenigstens nur theilweise erfüllt haben; denn wenn auch in Folge solcher Untersuchungen die chemische Diagnostik der physikalischen nicht unwürdig zur Seite getreten ist, so vermochten die Analysen krankhafter Producte doch kaum uns eine klarere und tiefere Einsicht in die chemische Werkstätte des Organismus zu gewähren, da noch die Mittel fehlten, um sie nach dem Muster der Mineralanalysen mit wissenschaftlicher Genauigkeit auszuführen. Die Zoochemie ist noch weit davon entfernt, uns eine präcise und gleichzeitig praktisch brauchbare Untersuchungsmethode des Bluts zu liefern; und wie sollte sie dies auch, da man über die chemische Natur der gewöhnlichsten Bestandtheile des Bluts noch im Zweifel ist. Die Mineralstoffe des normalen Bluts sind noch nicht bestimmt, wenigstens streitet man noch heute darüber; die Fette desselben kennt man kaum dem Namen nach; einer der wichtigsten Stoffe des Blutes, das Fibrin, kann nicht chemisch rein dargestellt werden; unbekannt ist die Natur und Scheidung des Globulins der Blutkörperchen; an eine Trennung und Bestimmung der sogenannten Proteinoxyde ist noch nicht zu denken; welche Excretionsstoffe bereits im Blute vorkommen, wissen wir nicht. Wie soll bei diesen und tausend andern Unsicherheiten und Zweifeln

eine wissenschaftlich werthvolle Untersuchung des Bluts durchgeführt werden! Wir analysiren gesunde und kranke Milch, und doch kennen wir jene Stoffe nicht, deren Gemeng man bisher Casein nannte. Der Harn bildet im krankhaften Zustande so viele Varietäten, und doch läuft unsere Kenntniss dieses so unendlich oft untersuchten Excretes nicht weit über die quantitativen Verhältnisse einiger Hauptbestandtheile hinaus; Kreatinin und Hippursäure sind noch bei keiner Analyse bestimmt, ja das Vorkommen letzterer im menschlichen Harn wird noch von Vielen, wiewohl mit Unrecht, bezweifelt; über den augenfälligen Farbstoffen des Harns lagert noch das dichteste Dunkel. Viel, sehr viel ist über Nahrungsmittel und Verdauung experimentirt und philosophirt worden, und doch wurde noch bis vor Kurzem die Gegenwart der Milchsäure im Magensafte bestritten; über die Wirkungsweise des Pepsins fehlt es nicht an Hypothesen, aber von seiner chemischen Natur wissen wir noch nichts; das nächste Umwandlungsproject eiweissartiger Körper bei der Verdauung im Magen ist noch gänzlich unbekannt. Wird endlich Mulder trotz der äussersten Genauigkeit seiner Analysen durch Sulphamid und Phosphamid das Protein retten? oder wird dieser Name nur noch zur Bezeichnung einer frühern Aera der organischen Chemie dienen? Viel unerledigte Fragen! viel unerfüllte Wünsche! Sollen wir bei solchem Stande der Zoochemie uns noch wundern, dass die chemischen Actionen im Thierkörper, ihr verschiedenes Getriebe und ihr Ineinandergreifen, ihr ursächlicher Zusammenhang und ihre Abhängigkeit von äussern Einflüssen und innern Zuständen uns noch nicht durchsichtig geworden sind? Leider aber ist aus dem Gebahren vieler Aerzte in Reden und Schriften zu entnehmen gewesen, dass sie, den aphoristisch hingeworfenen, oft sehr apodictischen Versicherungen mancher Chemiker vertrauend, schon nahe dem Ziele zu sein glaubten, während uns wol eben erst die Richtung angedeutet worden ist, in der wir steuern müssen, um es, wenn auch spät erst und nach unsäglichen Anstrengungen, doch endlich mit Glück zu erreichen.

Nachdem wir die Mängel und Irrthümer kennen gelernt haben, in welche man bei Behandlung und Bearbeitung der in der letzten Aera so hoch erhobenen Chemie der vitalen Processe verfallen ist, gehen wir zu den Methoden und Principien über, nach denen allein uns eine gedeihliche Förderung dieser Disciplin nur zu ermöglichen scheint. Das Endziel aller physiologisch-chemischen Forschung geht bekanntlich dahin, den Ablauf der chemischen Erscheinungen, welche die vitalen Processe begleiten, in ihrem ursächlichen Zusammenhange genau zu

erkennen. Um aber diese Kenntniss zu erlangen, genügt es nicht, einzelne Theile aus dem Triebwerk des Ganzen herauszunehmen und auf eine mehr oder weniger oberflächliche Untersuchung hin Urtheile über die Gesammtwirkung jenes so complicirten Chemismus gründen zu wollen. Man hat wohl bereits versucht, in diesem Sinne ein prächtiges Gebäude der thierischen Stoffmetamorphose aufzuführen, allein noch fehlen dem grossen Werke trotz der vielen tüchtigen Hände und Köpfe, die an ihm beschäftigt sind, die Unterlagen, ohne welche kein fester Bau zu erzielen ist.

Es bedarf keines Beweises, dass wir erst die Substrate des thierischen Stoffwechsels hinlänglich kennen gelernt haben müssen, ehe wir uns an eine Beurtheilung der Processe selbst wagen dürfen. Die festesten Unterlagen der physiologischen Chemie sind daher in der allgemeinen organischen Chemie zu suchen. Die Lehre von den organischen Substraten des Thierkörpers oder die Zoochemie im engern Sinne muss daher einen integrirenden Theil der physiologischen Chemie bilden und zu deren Ausbildung als kräftigster Hebel dienen. Soll aber die Zoochemie ihren Zweck erfüllen, so muss schon in ihr der chemische Gesichtspunkt mit dem physiologischen amalgamirt werden d. h. die einzelnen Stoffe müssen nicht nur rücksichtlich ihres vollen chemischen Werths und nach ihrer Stellung in der reinen organischen Chemie nach allen Richtungen hin genau erforscht werden, sondern ihre Behandlung muss zugleich auch bereits die allgemeinern Beziehungen in sich aufnehmen, welche jeder einzelne Stoff für den thierischen Organismus und dessen Stoffwechsel haben kann. Mit einem Worte in der Zoochemie, als Grundlage der physiologischen Chemie, ist der physiologische Werth jedes einzelnen Stoffes ebenso sorgfältig darzulegen, als sein Werth und seine Geltung im Systeme der reinen Chemie. Wir glauben nun diesen Zweck in unsrer Darstellung der Zoochemie (als ersten Theil dieses Werks) auf folgende Weise vielleicht am besten zu erreichen: die Beschreibung der chemischen Beziehungen jedes Körpers zerfällen wir in die Darlegung der Eigenschaften desselben, seiner Zusammensetzung, seiner Verbindungen und Zersetzungsweisen, seiner Bereitung und endlich seiner Prüfungsmethoden und quantitativen Bestimmung; zur Erläuterung der physiologischen Verhältnisse des einzelnen Stoffs werden wir aber zuerst immer sein Vorkommen im Thierkörper, seine Entstehung in oder ausserhalb desselben und endlich, auf alle diese Vordersätze gestützt, seinen physiologischen Werth zu bestimmen suchen.

Wir schicken die Eigenschaften jedes organischen Substrats der Betrachtung der übrigen chemischen Verhältnisse voraus; da es uns unpraktisch und unlogisch dünkt z. B. die Darstellungsweise voran zu stellen, so wie diess gewöhnlich geschieht; unpraktisch, weil der Lernende nimmermehr eine Darstellung begreifen wird, wenn er nicht die Eigenschaften der darzustellenden Substanz einigermassen kennt, unlogisch aber, da man doch erst eine Idee von einem Körper haben muss, ehe es in den Sinn kommen kann, ihn darzustellen. Nachdem die wesentlichsten Eigenschaften einer Substanz mit ihren hauptsächlichsten Reactionen durchgegangen sind, wird und muss die nächste Frage nach der Zusammensetzung sein; denn durch diese erhalten wir erst einen Begriff von dem Wesen der Substanz und der Stelle, die sie im Systeme der organischen Chemie einnimmt. Daher darf dieser Abschnitt sich nicht etwa blos auf Mittheilung der Analysen oder einer empirischen Formel erstreken, sondern es müssen hier zugleich die Gründe erwogen werden, welche für die eine oder die andere Ansicht der theoretischen, innern Constitution des fraglichen Stoffes sprechen, für welche dann die rationelle Formel ein kurzer Ausdruck ist. Gerade diese Erwägung ist für die Erkenntniss der physiologischen Beziehungen organischer Stoffe von der höchsten Wichtigkeit; denn ohne diese Kenntniss wird man später kein logisch berechtigtes Urtheil über den Ursprung so wie über den physiologischen Werth der Stoffe fällen können. Wäre nicht bei Erforschung der Verbindungen und Zersetzungsproducte einer organischen Substanz die Kenntniss der Zusammensetzung nothwendig, so würden wir die letztere der erstern nachgestellt haben, da zur Beurtheilung der rationellen Zusammensetzung namentlich die Zersetzungsproducte die sichersten Gründe abgeben. Eine sorgfältige Erforschung der Zersetzungsproducte ist aber um so nothwendiger, da wir hierauf später hauptsächlich unser Urtheil über die Umwandlungen begründen müssen, welche ein vorliegender Stoff innerhalb der Lebenssphäre selbst erleidet.

Erst nachdem alle diese Verhältnisse eruirt sind, halten wir es für passend, die verschiedenen Darstellungsmethoden zu berücksichtigen; denn nun erst werden die Angaben zur Abscheidung und Trennung der Substanzen begreiflich.

Ehe aber der physiologische Gesichtspunkt einer Substanz in's Auge gefasst wird, sind noch die Mittel zu erwägen, durch die man auf dem geeignetsten Wege deren Gegenwart in den thierischen Säften und Geweben nachzuweisen im Stande ist; die qualitative Analyse

organischer Körper steht immer noch weit hinter der der anorganischen zurück; ihre Berücksichtigung ist aber um so nothwendiger, als man auf mangelhafte Untersuchungen oft genug vorschnelle Urtheile begründet hat. Nicht weniger wichtig ist aber eine Beurtheilung der Methoden, die man zur quantitativen Bestimmung der Hauptbestandtheile thierischer Flüssigkeiten benutzt hat; denn nur hierdurch können wir ein Urtheil gewinnen über den Werth vieler der bisher angestellten quantitativen Analysen physiologischer und pathologischer Producte, und über die Schlussfolgerungen, zu denen sie uns etwa berechtigen.

Die physiologische Betrachtung einer jeden Substanz muss sich natürlich zunächst auf ihr Vorkommen stützen; denn ohne zu wissen, wo, unter welchen Verhältnissen und in welchen Mengen eine Substanz vorkommt, können wir über deren Werth für die thierischen Stoffbewegungen überhaupt kein Urtheil fällen. Haben wir aber endlich die Entstehung und den Untergang einer solchen Substanz erforscht, so sind die festesten Unterlagen für die Erklärung der vitalchemischen Processe gewonnen.

Wenn wir auf solche Weise uns mit den organischen Substraten des Thierkörpers vertraut gemacht haben, ist uns erst die Pforte geöffnet, um in ein näheres Studium der Constitution und Function der thierischen Säfte und Gewebe einzugehen. Ehe wir daher zur eigentlichen Aufgabe der physiologischen Chemie d. h. zur Lehre vom Stoffwechsel oder den zoochemischen Processen übergehen, sind die in der Zoochemie bekannt gewordenen Stoffe gewissermassen topographisch, in ihrem gleichzeitigen Vorkommen, in ihrer Mengung und Mischung unter der Form von thierischen Säften, Geweben und Organen zu betrachten. Eine zweite Abtheilung unserer Disciplin hätte sich also zu beschäftigen ebensowohl mit den thierischen Flüssigkeiten als mit den Geweben und ganzen Organen. Dass die Kenntniss der chemischen Constitution dieser zusammengesetztern und oft variabeln Theile des Thierkörpers ein zweites Fundament der physiologischen Chemie ist, kann Niemand leugnen; denn es versteht sich ganz von selbst, dass wir, soll von chemischen Processen die Rede sein, mit den bei denselben concurrirenden Substanzen bekannt sein müssen. Eine solche Kenntniss wird aber in der Zoochemie, wie wir diese aufgefasst haben, noch nicht erlangt. Wir treten hier noch einen Schritt weiter an die Physiologie heran, indem wir hier gewissermassen die unmittelbaren Resultate physiologischer Actionen der Untersuchung unter-

werfen; die Untersuchung selbst ist aber noch immer eine rein chemische und zwar wesentlich analytische.

In der chemischen Säfte- und Gewebelehre hat die Chemie eine ähnliche Aufgabe, wie in der sogenannten mineralogischen Chemie; wie hier über die nähern Bestandtheile der oft sehr complicirt zusammengesetzten Stein-, Erz- und Felsarten Aufschluss gegeben werden soll, so ist es der Zweck jener, die Constitution thierischer Flüssigkeiten und fester organisirter Theile nach den in der Zoochemie errungenen Kenntnissen analytisch festzustellen. Gerade hierin suchte man früher das Wesen der physiologischen und pathologischen Chemie, und glaubte aus der Kenntniss solcher Analysen ohne Weiteres auf die Processe selbst schliessen zu dürfen. Wie sehr man aber hierin irrte, beweist uns ebensowohl der Standpunkt der Ernährungs- und Ausscheidungsphysiologie vor etwa einem Jahrzehnt, als die mannigfachen Täuschungen, denen man sich seit dieser Zeit bezüglich der chemischen Processe im Thierkörper hingegeben hat. Waren vor dieser Zeit die Analysen des Bluts, des Harns, der Milch und der Galle wohl etwas Anderes, als isolirt stehende Facta, denen das eigentliche Verknüpfungsmittel mit der Lehre von der Ernährung und Ausscheidung fehlte? Die ältere Physiologie erwähnte solcher Analysen mehr als Zierde denn als nothwendiges Mittel zum Verständniss des Processes. Später gelangte man zu einer genauern, wiewohl noch keineswegs vollkommenen Kenntniss der chemischen Qualitäten jener Säfte; man versuchte daher schon jetzt eine innigere Vereinigung der chemischen Constitution mit der physiologischen Function herzustellen, allein bei der immer noch zu mangelhaften analytischen Unterlage entsprangen aus dieser Richtung nicht selten eine Menge Verkehrtheiten und gefährliche Irrthümer, wie wir dieselben zum Theil schon in dem Obigen geschildert haben, und zu denen wir noch eine grosse Anzahl Beispiele hinzufügen könnten. Wenn uns auch die Ergebnisse der chemischen Analyse thierischer Säfte zu mancherlei Deutungen der Processe Anlass geben, so gestatten sie uns doch noch keineswegs, so zahlreich und vollkommen sie auch sein mögen, auf die Function selbst zu schliessen; erst Experimente, die wir auf die Zusammensetzung jener Flüssigkeiten hin begründen, sind im Stande, uns Aufschluss über die Natur der betreffenden Processe zu geben.

Das Studium der zoochemischen Processe, basirt auf Zoochemie und Säftelehre, fällt dem dritten Abschnitte der physiologischen Chemie, der Lehre vom Stoffwechsel, von der Ernährung und

Ausscheidung anheim. Es ist bereits öfter hervorgehoben worden, dass das Ziel aller physiologischen Chemie eigentlich darauf hinausgeht, den Ablauf der chemischen Erscheinungen des thierischen Organismus in ihrem ursächlichen Zusammenhange zu erforschen und sie von den bekannten physikalischen und chemischen Gesetzen abzuleiten, d. h. wissenschaftlich zu erklären. Setzen wir die chemischen Unterlagen, wie sie uns die Zoochemie und Säftelehre kennen lehrt, auch als genügend erforscht voraus, so haben wir doch erst noch verschiedene Wege zu betreten, um die eigentliche Spitze unserer Forschung zu erreichen. Dieser Wege müssen wir uns aber um so mehr bewusst werden, als wir gerade hier, um der Wahrheit nahe zu kommen, Hypothesen zu Hülfe nehmen müssen, von denen wir bekanntlich nur zu leicht in das Gebiet reiner Fictionen abirren können.

So lange Zoochemie und Säftelehre sich auf dem derzeitigen, immerhin noch sehr niedrigen Standpunkte befinden, ist die einzige Methode, die uns auch für diese Disciplin die jeder exacten Forschung nöthige Grundlage im Calcul verspricht, diejenige, die wir die statistische nennen möchten. Liebig, Boussingault und Valentin haben wohl zuerst in richtiger Erkenntniss Dessen, was Noth thut, die Endwirkungen des Ganzen mit den dazu verwendeten materiellen Substraten zu vergleichen versucht. Durch die blosse Zusammenstellung und quantitative Vergleichung der Einnahmen thierischer Organismen mit ihren Ausgaben erlangen wir nun zwar noch keinen Aufschluss über den Hergang der Processe selbst (gerade so wie wir auch aus der Anzahl der Sterbefälle bei gewissen Krankheiten noch nicht über deren Ursachen und Verlauf urtheilen können): allein wir erhalten durch solche Erfahrungen schon gewisse allgemeinere Resultate, die uns als Leitstern zu weitern Untersuchungen dienen können. Einige der wichtigsten Fragen, deren Beantwortung vor allem nothwendig war, fanden nur auf diesem Wege ihre Lösung. So ergab sich z. B. aus einer genauern Untersuchung der Nahrungsmittel und einem Vergleich mit den Bestandtheilen der Ernährungsflüssigkeiten und Excrete, dass in der gewöhnlichen Nahrung der Thiere eiweissartige Substanzen in hinreichender Menge vorkommen, um das bei der Ernährung und dem Stoffwechsel untergehende stickstoffhaltige Material wieder zu ersetzen; gleichzeitig konnte hieraus ersehen werden, dass der thierische Organismus wenigstens nicht nothwendigerweise die Fähigkeit besitzen müsse, aus andern stickstoffhaltigen Materien eiweissartige zu erzeugen. Auf gleichem Wege wurde auch jene Frage erledigt, ob der thierische

Organismus die Fähigkeit besitze, Fett zu erzeugen, oder nicht; wir wissen, dass durch solche statistische Beobachtungen (indem man das Fett der Nahrungsmittel mit dem in dem Zellgewebe abgeschiedenen oder mit dem den Excrementen beigemengten verglich) der bekannte Streit über die Fettbildung zwischen Liebig einerseits und Dumas und Boussingault andererseits endlich zu Gunsten des erstern entschieden wurde.

Diese statistische Methode bewahrt uns vor Aufstellung unhaltbarer Hypothesen und ebendesshalb vor Anstellung unnützer Versuche; wie lange spukte nicht in den Köpfen der Naturphilosophen jener Wahn, dass der Thierkörper die Kraft besitze, mineralische Elemente, wie Kalk, Eisen, Schwefel u. dergl. aus andern Elementen oder wohl auch aus Nichts zu erzeugen! Diese Methode allein war es, welche jenes hartnäckig vertheidigte Dogma, die „Lebenskraft", in seiner völligen Nichtigkeit darstellte.

Die statistisch-chemischen Forschungen können aber endlich auch andern Untersuchungen und Untersuchungsmethoden als Controle dienen; sie liefern oft erst die Probe auf das Exempel; so hat z. B. Boussingault die Erfahrungen Dulongs, Valentins, Marchands und Anderer, die auf einen geringen Verlust des Thierkörpers an Stickstoff durch die Lungenexhalation hinwiesen, durch Vergleichung des Stickstoffgehalts der Excremente mit dem der Nahrungsmittel vollkommen bestätigt.

Demnach dürfte wohl die statistische Methode eines der wichtigsten Hülfsmittel sein, um über einige allgemeinere Fragen bezüglich der thierischen Stoffmetamorphose Aufschluss zu geben. Nur muss man sich hüten, mehr aus solchen Erfahrungen abzuleiten, als die einfachste Induction gestattet; denn leider haben auch die nach dieser Methode erlangten Resultate dazu dienen müssen, vielen der vagsten Fictionen und kühnsten Phantasien eine Stütze zu bieten.

Es bedarf nun aber wohl kaum der Bemerkung, dass die Wissenschaft sich nicht mit der Kenntniss der Endresultate der chemischen Processe im Thierkörper, mit der Aufstellung der chemischen Dignität des Lebensprocesses in Summa begnügen dürfe; sie verlangt vielmehr ein tieferes Eindringen in den Ablauf der einzelnen Processe selbst und in die ursächlichen Verhältnisse der Erscheinungen. Hierüber vermag natürlich die statistische Methode keinerlei Aufschluss zu geben; haben wir auf jenem Wege in Erfahrung gebracht, dass Fett im thierischen Körper gebildet wird, so müssen andere Methoden uns das Wie der Entstehung solchen Stoffes lehren.

Die eine der Methoden, durch welche das Wie der Erscheinungen und das Warum der Aufeinanderfolge erforscht werden kann, möchten wir die comparativ-analytische oder chemisch-experimentelle nennen, insofern nach ihr ausserhalb des lebenden Körpers chemische Erscheinungen desselben künstlich nachgeahmt, und die chemischen Umwandlungen gewisser Substanzen ausserhalb der Lebenssphäre verglichen werden mit denen innerhalb der vitalen Processe. Liebig und seine Schule haben bereits auch hierin Vorzügliches geleistet. Liebig glaubte aus seinen statistischen Untersuchungen über die Fette schliessen zu dürfen, dass diese bei ihrem Durchgange durch den Organismus grossentheils zu Wasser und Kohlensäure oxydirt würden und somit wesentlich zur Unterhaltung der thierischen Wärme beitrügen. Da Liebig keineswegs gesonnen war, anzunehmen (wie wohl Andere von ihm geglaubt haben), dass das Fett in den Lungen etwa so verbrenne, wie das Oel in der Lampe, so musste dessen allmälige Umwandlung, sein Uebergang in verschiedene Oxydationsstufen und sauerstoffreichere Körper einer genauern Erforschung unterworfen werden. Zu diesem Zwecke glaubte Liebig zunächst auf genanntem comparativ-analytischem Wege gelangen zu können. Daher wurde von Liebig und seiner Schule den zahlreichen Zersetzungsproducten der Fette und besonders deren Oxydationsproducten nachgespürt, und wir wissen, welch schöne Resultate bereits aus diesem Bemühen hervorgegangen sind, wenngleich wir uns immer noch fern vom Ziele befinden. Ein ähnliches Beispiel bieten uns die leimgebenden Gewebe des Thierkörpers dar; dass der Leim sich aus den eiweissartigen Stoffen herausbilde, darüber lassen weder die statistisch-chemischen noch die histologischen Untersuchungen den geringsten Zweifel. Noch aber ist der Process jener Umwandlung uns völlig unklar; ehe wir berechtigt sind, über diese Metamorphose ein Urtheil zu fällen, und dies etwa in einer chemischen Gleichung auszudrücken, ist es unerlässlich, erst die Umwandlungen zu studiren, welche die eiweissartigen Körper bei einer allmäligen Oxydation erleiden. Gewiss einer solchen Idee verdanken wir die vortrefflichen Untersuchungen, welche unter Liebigs Leitung von *Schlieper* und *Guckelberger* über die Oxydationsproducte der eiweissartigen Körper und des Leims selbst angestellt worden sind.

Indem wir die Processe der Fäulniss und Verwesung, sowie die der trockenen Destillation einzelner Thiersubstanzen näher untersuchen und somit deren Rückbildungsweisen kennen lernen, dürfen wir uns wohl der Hoffnung hingeben, aus der Rückbildungsweise einen Wahr-

scheinlichkeitsschluss über die Heranbildung solcher Stoffe zu ziehen. So sind z. B. Dessaigne's Entdeckung des Zerfallens der Hippursäure in Glycin und Benzoesäure, Liebigs Untersuchung des Kreatins und seiner Schüler Analysen des Leimzuckers Forschungen, die zwar noch kein volles Licht über den thierischen Stoffwechsel verbreiten, uns aber doch manche sichere Anhaltspunkte für fernere Untersuchungen über die vitalen Processe geben.

Eine dritte Methode, die, obwohl schon häufig in Anwendung gebracht, bei dem niedern Standpunkte unserer Vorkenntnisse uns noch wenig erkleckliche Resultate gegeben hat, ist die physiologisch-experimentelle. Wir verstehen darunter jene Art von Untersuchungen, wobei man bestrebt ist, am lebenden Körper selbst den Erfolg gewisser Bedingnisse auf den Ablauf eines physiologisch-chemischen Processes und letztern selbst in seinen verschiedenen Stadien zu beobachten. Wir wissen, dass wir es nie dahin bringen werden, alle Processe sowie sie im lebenden Körper vor sich gehen, künstlich nachzuahmen, da wir hierzu ebenso wenig die Bedingungen und Verhältnisse schaffen können, wie zur Bildung der Erze und Felsarten. Desshalb kommt es darauf an, den Process, über den wir unser Urtheil durch Nachahmung selbst nicht prüfen können, wenigstens in seinem natürlichen Verlaufe am lebenden Körper möglichst genau zu belauschen. Zur Erreichung dieses Zwecks müssen uns zunächst natürlich physiologische Mittel verhelfen. Hierher gehören z. B. solche Untersuchungen, wie sie bereits oft über das Verhalten der Magencontenta während der natürlichen Verdauung, über die chemische Veränderung einzelner Stoffe bei der Entwickelung des Eies durch Brutwärme, über die Abhängigkeit der Respirationsproducte von verschiedenen äussern Bedingungen angestellt worden sind. Hierher sind auch jene Versuche zu rechnen, welche man über die Umwandlungen einzelner Stoffe bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus, oder über die Einwirkung einer gewissen Kost und die Umwandlungen gewisser Nährstoffe bei der Ernährung angestellt hat. Alle pathologisch-chemischen Versuche, wie die Untersuchung der Darmcontenta nach Verschluss der Gallenwege, des Bluts und anderer Säfte nach Unterbindung der Gefässe der Nieren oder Exstirpation derselben u. dergl., müssen unter diese Methode subsummirt werden. Leider aber lässt uns die Chemie noch zu oft im Stiche, um von dieser Methode den Erfolg zu erringen, den sie uns in der That verspricht; sie wird aber dereinst den Schlusstein aller physiologisch-chemischen Forschung bilden, ohne

welchen der unlösbaren Räthsel sehr viele und der Hypothesen mehr als der entschiedenen Thatsachen verbleiben würden. Ohne solche physiologisch-experimentelle Unterlage wird eine Theorie des thierischen Stoffwechsels stets ein grosses Wagniss bleiben.

Wir haben schliesslich nur noch einige Andeutungen über den Rang zu geben, welchen die physiologische Chemie unter den Hülfswissenschaften der Medicin einnimmt oder einst einnehmen wird. Wenn das Endziel aller physiologisch-chemischen Forschung wirklich darauf hinausgeht, die chemischen Erscheinungen des thierischen Lebens in ihren verschiedenen Phasen und in ihrem ursächlichen Zusammenhange aufzufassen: so ergibt sich daraus fast von selbst, dass durch diese Disciplin die wichtigsten Fragen der Physiologie und der gesammten Medicin ihre Beantwortung erwarten dürfen. Man wird nicht leugnen können, dass beiweitem die meisten Erscheinungen des thierischen Lebens entweder in chemischen Hergängen bestehen oder von solchen begleitet sind. Selbst die Functionen der Nervensysteme, welche der Sinnesperception oder der Bewegung vorstehen, können ohne gleichzeitige chemische Actionen nicht füglich gedacht werden. Hat man auch deren Thätigkeiten noch nicht mit bestimmten physiologischen Gesetzen in Einklang bringen, hat man sie auch noch nicht mit gewissen physischen Kräften oder imponderabeln Fluidis identificiren können: so deuten doch alle physiologischen Erfahrungen darauf hin, dass auch ihrer Action stets eine chemische Reaction folgt, und dass auch sie durch und bei ihrer Thätigkeit chemische Veränderungen erleiden. Freilich scheint uns ein näherer Nachweis jener chemischen Umwandlungen noch völlig unausführbar, und unsere chemischen Mittel lassen uns in dieser Hinsicht noch ebenso sehr im Stiche, als den pathologischen Anatomen das Messer. Allein weil wir jetzt keinen Weg finden, sollen wir desshalb daran verzweifeln, diese Höhe der Erkenntniss noch zu erreichen? Ermüdung der Sinne ist Verminderung der Receptivität der Sinnesnerven; diese kann aber vernünftigerweise in nichts Anderm gesucht werden als in einer chemischen Veränderung, welche die leitende Substanz der Nerven erlitten hat. Eine solche chemische Umwandlung der Sinnesnerven nach äussern Eindrücken darf uns wohl nicht mehr so sehr Wunder nehmen, seit das Unerwartete geschehen, dass die Lichtstrahlen durch chemische Veränderung der iodirten Silberplatte fast urplötzlich ein Bild hervorzaubern können. Darf man aber die iodirte Platte, welche einige Secunden schattenlosem Lichte ausgesetzt war und nun matte, ver-

wischte Bilder giebt, nicht mit demselben Rechte ermüdet nennen, wie die Retina, wenn sie nach oft wiederholter oder andauernder Perception eines Bildes dieses nur in matten Umrissen wiedergiebt? Gewiss, das Nervensystem ist nicht von chemischer Thätigkeit ausgeschlossen. Fällt aber selbst das Nervensystem in das Bereich chemischer Anschauung, muss auch für dessen Action ein chemischer Ausdruck so gut wie für Verdauung und Blutbildung existiren, so bedarf es kaum noch des Nachweises, dass die Chemie noch die wichtigste Rolle in der ganzen Physiologie und Medicin zu spielen bestimmt ist. Wie sehr man sich auch bemühen mag, bei gewissen physiologischen Forschungen die Hülfe der Chemie abzuweisen, so wird sie doch immer wieder sich uns unwillkürlich aufdrängen; denn immer wird uns eine Function fehlen, wollen wir die physiologische Gleichung für einen Process, wollen wir einen naturphilosophischen Ausdruck dafür finden. Von wissenschaftlicher Seite dürfte also die Chemie der Physiologie ein unveräusserliches Gut sein. Wir dürften daher wohl kaum den Cicero'schen Tadel: „Suo quisque studio delectatus alterum contemnit" auf uns angewendet zu sehen fürchten, wenn wir frei behaupten, dass die physiologische Chemie die Spitze aller physiologischen Forschung sei.

Wenden wir uns aber zur angewandten Physiologie, zur Pathologie und Therapie, so finden wir, dass auch hier die Chemie nicht zu missen ist. Gibt es unter der unzähligen Menge von Krankheiten eine einzige, die nicht von gewissen chemischen Veränderungen begleitet wäre? Wird man aber je das Wesen eines Processes erklärt oder erfasst zu haben sich schmeicheln dürfen, wenn man einen von dessen integrirenden Factoren ignorirt. Ohne chemische Bewegungen kein Leben, keine Krankheit ohne chemische Veränderungen. Dies im Bezug auf Pathologie. Dass aber auch bei der Therapie die Chemie die Hauptrolle spiele, bedarf wohl kaum der Erwähnung; hat doch gerade die neuere Pharmakologie sich hauptsächlich auf chemische Processe und Principien gestützt! Ist man im klaren Denken einmal so weit gekommen, den Arzneimitteln nicht mehr übernatürliche Kräfte zuzuschreiben, sondern ihre Wirksamkeit wesentlich von chemischen Facultäten abzuleiten, so muss die Chemie auch das Fundament der Pharmakologie sein. Der Arzt wirkt meist nur durch die Materie auf den Körper; diese behält aber die ihr eigenthümlichen Kräfte innerhalb wie ausserhalb des Organismus. Fällt nun auch die Nerventhätigkeit in das Bereich der chemischen Umwandlungen, so können selbst die

sogenannten Nervina der Pharmakologen primär wenigstens nicht wohl anders als chemisch auf dieses System einwirken.

Für Denjenigen also, der sich auf dem Boden exacter Forschung befindet, für Denjenigen, der an dem Grundsatze festhält, dass nur aus physikalischen Gesetzen eine wahrhafte Erklärung abgeleitet, nur durch Induction der ursächliche Zusammenhang der Lebenserscheinungen erforscht werden könne, bedarf es keines weitern Beweises unserer Behauptung, dass die physiologische Chemie den höchsten Rang unter den Hülfswissenschaften der Medicin einnehme. Jene aber, welche noch eigenthümliche Kräfte und besondere Gesetze zur Erklärung der Lebenserscheinungen für nothwendig halten, werden uns wenigstens zugestehen, dass, wenn, was nicht zu läugnen, erst nach vollständiger Erforschung der physikalischen im lebenden Körper thätigen Kräfte eine wahre Lebenskraft oder Lebensgesetze gefunden werden können, von den zuvor zu erforschenden Wirkungen und zu erledigenden Fragen die chemischen gewiss die wichtigsten sind. Mit Denen aber, welche die Lebenskräfte nach subjectiven Gefühlen construiren, und der Natur das Gepräge ihrer Ideen aufdrücken wollen, vermögen wir von unserm Standpunkte aus nicht zu rechten; ihnen mag die Chemie, gleich der Physik und Anatomie, höchstens als dienstwillige Magd erscheinen bei dem erhabenen Geschäfte, eine überschwengliche Naturanschauung zu schaffen und das Naturleben in sinnigen Allegorien zu schildern.

Es bleibt uns nur noch übrig, über das Verhältniss der pathologischen Chemie zur physiologischen ein paar Worte hinzuzufügen. Weder aus theoretischem noch aus praktischem Gesichtspunkte können wir uns damit einverstanden erklären, dass die pathologische Chemie als irgend etwas Verschiedenes von der physiologischen getrennt werde. Wie unpraktisch eine solche Trennung ist, lehrt schon die Erfahrung; denn wie viel Kräfte sind schon fast unnütz vergeudet worden zur Erforschung unerreichbarer Dinge: zu diesen gehört aber eine pathologische Chemie, der keine physiologische zu Grunde liegt. Es ist eine für den Naturforscher gewiss sehr zu beherzigende Regel, keine Versuche zu unternehmen, die nicht auf eine gut gestellte Frage eine bestimmte Antwort geben müssen. Allein kaum zählbar sind die pathologisch-chemischen Versuche, die uns ohne alle Antwort gelassen haben und uns voraussichtlich auch keine geben konnten; denn es ist kaum begreiflich, wie man das Abnorme erkennen wollte, da man das Normale noch nicht kannte: um zwei Dinge zu vergleichen, muss doch wenigstens das eine genau bekannt sein. Hiermit soll keineswegs be-

hauptet werden, dass man sich aller pathologisch-chemischen Untersuchungen enthalten müsse: dies würde ebenso absurd sein, als wenn wir der Pathologie nicht eher unsere Aufmerksamkeit schenken wollten, als bis wir mit der Physiologie ganz im Reinen zu sein glaubten. Wir verwahren uns im Gegentheil nur gegen solche Analysen pathologischer Producte, denen alle Beziehung auf irgend ein einheitliches Moment, aller Zusammenhang mit bereits wissenschaftlich constatirten Thatsachen, alle Rücksicht auf allgemeinere chemische oder physiologische Sätze abgeht. Solcher Untersuchungen giebt es leider noch unzählige; finden wir nicht wenigstens aller vier Wochen eine Analyse diabetischen Harns mitgetheilt? Wir würden darin als Resultat wenigstens zum tausendsten mal die Bestätigung des Zuckergehalts diabetischen Harns finden, wenn nur nicht gerade erst dann Diabetes diagnosticirt wäre, wenn erwiesenermassen Zucker im Harn vorkommt. Von den Beziehungen der in bestimmten Zeiten entleerten Zuckerquantität zu den in gleichen Zeiten genossenen Nahrungsmitteln und ähnlichen Gesichtspunkten, die noch der Erörterung bedürfen, ist selten einmal die Rede.

Wenn schon der praktische Gesichtspunkt nicht füglich eine Trennung der pathologischen Chemie von der physiologischen zulässt, so gestattet dies noch weniger der wissenschaftliche. Wir wollen hier nicht über den immerhin unlautern Begriff der Krankheit rechten. Ist auch der Werth dieses Begriffs für das Leben, für die Praxis durchaus nicht zu verkennen, und mögen die Pathologen sich noch so sehr abmühen, ihn kunstgerecht zu definiren, so bleibt er für die Theorie, für die Wissenschaft doch immer unlogisch. Möge man aber hierüber noch so verschiedener Ansicht sein, so wird man doch zugeben müssen, dass eine pathologische Chemie selbstständig neben der physiologischen gar nicht bestehen kann. Es bedarf hierzu gar keines umständlichen Beweises. Die Kraft und das Gesetz bleiben dasselbe, mögen die Angriffspunkte näher oder ferner dem Hypomochlion des Hebels genommen werden: nur der Erfolg ist ein verschiedener. Die sogenannten pathologisch-chemischen Erscheinungen haben ihren Grund nicht in dem Auftreten neuer Kräfte oder besonderer Gesetze: sie entstehen nur dadurch, dass die chemischen Angriffspunkte etwas anders geworden sind, d. h. dass die Verhältnisse, unter denen die Substrate ihre Affinitätswirkungen entwickeln, sich geändert haben. Die pathologischen Erscheinungen geben sich daher immer nur durch einen Excess nach der einen oder der andern Richtung hin zu erkennen; sie folgen jedoch immer aus einem und demselben Gesetze mit Nothwendigkeit. Sind

sie aber die Folge einer Nothwendigkeit, so können wir sie doch nicht als anomal, als gesetzlos betrachten. Wenn Eisenoxydul seine Fällbarkeit durch Alkalien bei Gegenwart organischer Säuren einbüsst, wenn Faserstoff seine Gerinnungsfähigkeit durch gewisse Salze verliert, so nennen wir diese Stoffe ebenso wenig krank als eine Uhr, die stillsteht, weil das Gewicht abgelaufen. Wenn ferner in Folge irgend eines Einflusses die Capillargefässe sich erweitern, das Blut darin stagnirt, exsudirt, gerinnt u. s. w., so können wir darin etwas seltener Vorkommendes, etwas Regelwidriges erkennen, aber nimmermehr etwas Gesetzloses. Der Arzt mag immerhin die Entzündungserscheinungen etwas Regelwidriges, etwas Krankes nennen; der Naturforscher erkennt darin nur die nothwendige Folge unter andern Verhältnissen wirkender Gesetze; denn er hat es nicht mit ausnahmsreichen Regeln, sondern nur mit unerschütterlichen Gesetzen zu thun. Der Chemiker ist Naturforscher, wenn er sich auch mit pathologischen Processen beschäftigt, so wie der Physiolog immer Physiolog bleibt, wenn er auch den seltener vorkommenden Erscheinungen des lebenden Körpers seine Aufmerksamkeit zuwendet; denn es giebt keine Lehre von den ausnahmsweisen Naturerscheinungen, sondern nur eine einige Physiologie, sowie es nur ein allerhöchstes Naturgesetz giebt.

Noch sind wir versucht, trotz mehrer bereits oben gegebener Andeutungen einen Blick auf die Stellung zu werfen, welche die physiologische Chemie der sogenannten Metaphysiologie gegenüber einnimmt. Man hat nicht verfehlt, auch die neuern Fortschritte der organischen Chemie zu benutzen, um sie den phantastischen Gespinnsten einer Physiologie einzuverweben, die sich eine vergleichende nennt. Es ist dies nicht etwa eine Disciplin, welche die Functionen der Organe verschiedener Thiere untereinander vergleicht, wie die vergleichende Anatomie den Bau derselben, sondern ein auf Abstractionen und idealen Vergleichen, d. h. bildlichen Darstellungen subjectiver Auffassungen begründetes System, in welches den Ergebnissen objectiver Forschung zum Trotz die widersprechendsten Thatsachen eingezwängt werden. Wir hegen alle Achtung vor einer Metaphysik, die unter den speculativen Wissenschaften denselben Rang einnimmt, wie Physiologie und Chemie unter den exacten. Metaphysik und Physiologie gleichen zwei divergenten Linien, die nur in ihrem Ausgangspunkte coincidiren, in allen übrigen Punkten aber so different sind, dass sie sich nur gewaltsam zum Schaden wahrer Wissenschaftlichkeit vereinigen lassen. Der Naturforscher hat seinen Standpunkt meist sicherer behauptet und fester

gehalten als der Naturphilosoph, der nie davon abgelassen hat, seine nach subjectivem Ermessen construirten Ideencomplexe den objectiven Erfahrungen des Naturforschers aufdrängen zu wollen. Man hat sich von dieser Seite her bemüht, die Entdeckungen und allgemeinern Sätze geistig zu anticipiren, die der Naturforscher erst noch factisch zu eruiren versucht, und hat auf solche Weise in die Wissenschaft eine Verwirrung gebracht, die ihrem Fortschritte nur hinderlich sein konnte. Wir haben es jetzt allerdings nur noch mit den Nachzüglern jener naturphilosophischen Schule zu thun, die aus derselben überschwenglichen Richtung der Zeit hervorging, welche für die Dichtkunst die sogenannte romantische Schule erzeugte. Man erträumte sich damals ein Ideal, das man Natur nannte.

Eine solche Metaphysik[1]), die ihren Standpunkt gänzlich verkennt, fordert vom Chemiker, dass „er sich über den chemischen und (sogar den) vitalen Process erhebe, dieselben in ihren Haupteigenschaften und Hauptresultaten miteinander vergleiche und in ihrer von oben geschauten Coexistenz darstelle, wie sie in den objectiven Processen begründet sei". Aus einer solchen Vogelperspective kann und soll aber der Chemiker, so lange er Chemiker bleibt, die Naturerscheinungen nicht beobachten; von den schwindelnden Höhen der Phantasie aus ist eben keine exacte Forschung möglich, wohl aber Verzückung über künstlich gelungene Vergleiche oder über die ineinander verschwimmenden Nebelbilder undeutlich aufgefasster Naturerscheinungen. Wir haben es schon in dem Obigen nicht verhehlen können, dass wir uns den specifisch vitalen Erscheinungen und Lebenskräften gegenüber auf durchaus radikalem Standpunkte befinden; wir können uns nicht an das magische Halbdunkel gewöhnen, mit dem man künstlich die Lebenserscheinungen zu umhüllen bemüht gewesen ist. Von dem Standpunkte des Naturforschers aus halten wir uns an die Realität der Erscheinungen; und wissen wir auch, dass das Bewusstsein der Realität der Materie eben nur das Resultat einer Abstraction ist, so dünkt uns doch jene Abstraction, durch die wir zur Erkenntniss des Immateriellen, des Geistigen, der Kraft kommen, erst aus jener zu entspringen. Wir glauben desshalb in aller Bescheidenheit eines schlichten Naturforschers, dass es wenigstens klüger und der Ausdehnung wahrhafter Erkenntniss förderlicher ist, beim Studium der Lebensprocesse sich eher an die

---

[1]) *Geubel*, Grundzüge der wissenschaftlichen Chemie, Frankf. a. M. 1846 und *L. Müller*, Berzelius' Ansichten, Breslau 1846.

Materie und die dieselbe bestimmenden Gesetze zu halten, als, den erkünstelten Abstractionen dynamischer Processe folgend, in dem Leben eine höhere Potenz der geistigen alle Materie durchdringenden Kraft anzunehmen. Wenn wir daher des Widerspruchs jener Naturphilosophen ungeachtet allerdings alle Kraft von der Materie ableiten zu müssen glauben, so fürchten wir doch nicht, „die Lebensprocesse zu mechanischen, physikalischen und chemischen Proceduren herabzuwürdigen", da wir gerade in der höchsten Einfachheit der Naturgesetze und in der unbegrenzten Mannichfaltigkeit der aus diesen resultirenden Erscheinungen die erhabenste Auffassung der Natur, die sublimste Naturphilosophie erkennen.

Wir sind daher der festen Ueberzeugung, dass auch die sogenannte Metaphysiologie nicht im Stande sein wird, der physiologischen Chemie die Bedeutung zu entziehen, die ihr vorzugsweise unter den physikalischen Disciplinen für Erklärung der Lebensprocesse zusteht, und überlassen es dichterischen Naturen, den schönen Roman vom Streite verschiedener Potenzen, von der Zuneigung und Abneigung der Polaritäten, von der sorgenvollen Thätigkeit und dem rüstigen Kampfe der Lebenskraft mit Hülfe einer reichen Phantasie auszumalen. Oder gehört nicht etwa eine lebhafte Phantasie dazu, den Metaphysiologen zu glauben, dass das sogenannte latente Leben oder der Scheintod eine Vorherrschaft des Geistigen über das Materielle (mit dem Minimum des Stoffwechsels) sei, während der gewöhnliche Mensch mit gesundem Verstande in solchen Zuständen eher eine Vorherrschaft des Materiellen über das Geistige wahrzunehmen glauben möchte. Mögen die erhabenen Geisterseher von ihrem Standpunkte herabsehen auf die am Boden kriechenden, an der Materie haftenden, aber ameisenartig sammelnden Experimentatoren, denen sie nicht zutrauen, dass es doch noch Einige unter ihnen giebt, die trotz alter Bekanntschaft mit dem Dichterphilosophen Plato und dem philosophischen Naturforscher Aristoteles und trotz einiger Vertrautheit mit Hegel'schen und Schelling'schen Paraphrasen ihren Standpunkt aufzugeben nicht gewillt sind. Wären jene glücklichen Bewunderer ihrer eigenen Ideale aus ihren luftigen Höhen herabgestiegen und hätten sich organische und anorganische Materie in der Nähe besehen, sie würden nicht für nöthig befunden haben, im organischen Stoffe ausser Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff noch ein Organogenium, eine dissimulirte Lebenskraft, oder wie sie dies sonst zu nennen beliebten, anzunehmen. Hätten sie den ersten besten Chemiker gefragt, so würden sie erfahren haben, dass

vor der Leuchte einer nüchternen Logik kein wesentlicher Unterschied zwischen organischen und anorganischen Körpern besteht; ein Chemiker, der nie etwas von organischen Stoffen gehört oder gesehen hätte, würde alle jene zufälligen Unterschiede beider Stoffarten aus der der todten Materie entsprossenen Affinitätslehre und Stöchiometrie, also a priori, deducirt haben. Mögen jene Verehrer einer romantischen Naturpoesie auch vornehm auf den Schwarm ämsiger Forscher hinblicken, die oft jahrelang unablässig sich bemühen, um höchstens einige feste Stämme für den grossen Bau einer wahrhaften Naturphilosophie zusammenzutragen: wir werden doch nicht daran verzweifeln, dass unser Werk einst einfach aber grossartig dastehen und dauernder sein wird, als jene Naturphilosopheme von Pythagoras und Empedokles bis auf Schelling und Hegel, die wie Sand am Meere, durch eine Woge emporgetrieben, durch die folgende wieder zu Grunde gehen.

Anm. Denjenigen unsrer Leser, welchen vielleicht der Artikel: Chemismus in der Medicin" in der bei Brockhaus erscheinenden „Gegenwart" zu Augen gekommen sein sollte, dürfte die grosse, selbst in den Worten oft auffallende Uebereinstimmung der hier ausgesprochenen Ideen mit dem dort befolgtem Gedankengange auffällig gewesen sein. Wir sind daher hier zu bemerken gezwungen, dass der Verfasser jenes Artikels und der dieses Werks eine Person ist.

Organische Substrate des thierischen Organismus.

So wahr es ist, dass die gesammte Naturforschung ihren ganzen Stütz- und Haltpunkt lediglich in der Untersuchung der Einzelnheiten findet und finden muss, so traurige Erfahrungen wir bereits in den Naturwissenschaften durch vorzeitige Abstractionen und kühne Verallgemeinerungen an sich richtig beobachteter Sätze gemacht haben: so darf doch die Bearbeitung irgend einer naturwissenschaftlichen Disciplin, und sei ihr Feld auch noch so begrenzt, nicht ohne gewisse leitende Maximen, nicht ohne bestimmte allgemeinere Gesichtspunkte unternommen werden. Diese leitenden Maximen, diese allgemeinern Gesichtspunkte hat aber die physiologische Chemie ebensowohl in der Physiologie als in der allgemeinen Chemie zu suchen; ohne diese ist

und bleibt die Zoochemie ein wirres Haufwerk lose zusammenhängender Thatsachen, aus welchem jeder phantastische Kopf sich das auswählen kann, was ihm beliebt, um sich und andre mit den Nebelbildern seiner Träume auf nur zu kurze Dauer zu ergötzen.

Bei der Betrachtung der Eigenschaften thierischer Stoffe und ihrer chemischen Verwandlungen müssen wir ebensosehr der allgemeinern Principien der Chemie und ihrer neuesten Errungenschaften eingedenk sein, als zu einem tiefern Eindringen in den Chemismus der thierischen Functionen eine innige Vertrautheit mit den bezüglichen physiologischen Lehren nothwendig ist. Es würde also ebenso unpassend, ja nachtheilig für diese Disciplin sein, wollten wir in ihrem zoochemischen Theile nur die auf den Thierkörper bezüglichen Stoffe und Thatsachen aus der allgemeinen Chemie entlehnen, um so in sich zusammenhangslose Körper zusammenzustellen und sie höchstens nach ihrer physiologischen Bedeutung zu gruppiren, als wenn wir die Betrachtung der thierisch-chemischen Vorgänge von der Art des chemischen Vorgangs, von der Verbindung oder Zersetzung, von dem chemischen Dualismus, der Säuren- und Basenlehre u. dergl. abhängig machen wollten. Wir müssen vielmehr auch bei der Erörterung der chemischen Substrate des Thierorganismus immer die allgemeinern chemischen Gesichtspunkte festhalten, aus denen die chemische Natur dieser verschiedenartigen Stoffe zu betrachten ist; es darf mit einem Worte nicht von dem blossen Zufalle abhängig gemacht werden, ob ein chemischer Stoff, je nach seinem Vorkommen oder Fehlen im belebten thierischen Organismus, in der Zoochemie behandelt werde oder nicht; es muss die genaueste Rücksicht genommen werden auf die Stelle, welche derselbe in der Gruppe chemischer Stoffe überhaupt einnimmt, und die nächstliegenden Glieder, die verwandten Stoffe, welche zufällig noch in keinem Thierkörper gefunden worden sind, dürfen nicht ausser Acht gelassen werden; es würde unlogisch sein, wollte man die Umwandlungsproducte thierischer Stoffe, die man als solche bis heute noch nicht in den Excreten thierischer Körper nachzuweisen vermocht hat, völlig aus der Zoochemie ausscheiden oder sie als weniger wesentliche Theile derselben nur anhangsweise behandeln. Im Gegentheil muss die Zoochemie nicht blos alle Stoffe, die in einer nähern oder entferntern Beziehung zu den wirklich in thierischen Körpern bereits gefundenen Materien stehen, in sich nach den in der reinen Chemie gültigen Principien vereinigen, sondern sie muss auch alle in der allgemeinen Chemie zur Zeit gewonnenen Sätze und Lehren in die vollste und ausgedehn-

teste Anwendung bringen. Auf den ersten Blick möchte es zwar scheinen, als ob in einer solchen Auffassung der Zoochemie das physiologische Moment gänzlich unterginge: allein weit entfernt von einer solchen Verirrung, finden wir, dass gerade auf diesem Wege der Physiologie am meisten Genüge geleistet wird.

Die physiologische Dignität eines Körpers ist lediglich von seiner chemischen Zusammensetzung und Qualität abhängig. Ist dieser Satz in Wahrheit begründet, so kann unsre eben ausgesprochene Behauptung, dass eine chemische Auffassung der thierischen Stoffe zugleich eine physiologische sein müsse, nicht länger in Abrede gestellt werden. Die physiologischen Fähigkeiten der materiellen Substrate belebter Wesen sind einzig und allein von ihren chemischen Qualitäten abzuleiten und nur eine in spiritualistischen Philosophemen versunkene Physiologie konnte ehedem wähnen, dass ein chemischer Stoff in dem belebten Körper alle seine integrirenden Eigenschaften ablege und in der vitalen Sphäre höher begabt oder begeistert werde. Wenn wir daher in dem Folgenden für die zoochemischen Stoffe ein rein chemisches Eintheilungsprincip zur Geltung zu bringen suchen, so tragen wir gleichzeitig der Physiologie die vollste Rechnung. Eine chemische Eintheilung der thierischen Stoffe muss eben vollkommen congruent einer physiologischen sein: denn die letztere könnte nicht rationell, nicht richtig, nicht der Natur entsprechend sein, wenn sie Materien von verschiedenen chemischen Qualitäten zusammenwürfe und andre von analogen chemischen Characteren künstlich aus einander risse. So leuchtet es z. B. von selbst ein, dass die stickstofflosen Materien, wie Stärkmehl, Zucker u. dergl. ganz anderen physiologischen Functionen vorstehen müssen, als die von jenen so verschiedenen stickstoffreichen Eiweisskörper: allein kaum durfte man erwarten, dass schon in den beiden grossen Reichen belebter Organismen sich die Differenz jener stickstofflosen und stickstoffhaltigen Materien so entschieden abspiegeln würde; die Lebenserscheinungen der Thiere und Pflanzen verdanken ihre Verschiedenheiten zum grossen Theile der Verschiedenartigkeit dieser beiden Classen chemischer Stoffe. Wir werden in dem weitern Verlaufe dieser Betrachtung finden, dass die reine Chemie die organischen Stoffe gar nicht anders spalten oder gruppiren konnte und durfte, als die physiologischen Voraussetzungen es verlangen.

Wenn wir aber in der reinen Zoochemie d. h. eben in der Lehre von den chemischen Substraten thierischer Organismen ein rein chemi-

sches Eintheilungsprincip der dahin gehörigen Objecte in Anwendung bringen wollen, so meinen wir damit nicht etwa jene alte abgegriffene Eintheilung organischer Stoffe in Säuren, Basen und indifferente oder amphotere Körper, sondern wir sind vielmehr der Ansicht, dass eine Eintheilung der Thierstoffe nach ihrem gesammten chemischen Verhalten, nach ihrer chemischen Dignität (also nicht nach einer einzelnen ihrer Eigenschaften, wie z. B. die Basicität oder Acidität ist), eben weil sie eine natürliche ist, auch der Physiologie gerecht werden müsse. Andrerseits halten wir aber für die Zoochemie rein physiologische Eintheilungsprincipien (wie wir sie z. B. selbst in der ersten Auflage dieses Werks befolgt haben) für eben so irrationell und unnatürlich als jene, die aus dem Gesichtspunkte der reinen Affinitätslehre entsprungen sind. Scheint für den ersten Blick eine Eintheilung der organischen Substrate in Nährstoffe und Excrete auch zweckentsprechend, so zeigen sich im Verfolge der wirklichen Ausführung einer solchen Behandlungsweise doch eine Menge Unzulänglichkeiten, welche den gehofften Vortheil einer solchen Eintheilung völlig wieder aufheben. Denn es stellt sich sehr bald heraus, dass ein Körper, der an einer Stelle des thierischen Organismus oder bei einem Processe sich als reines Zersetzungsproduct zeigt, an einem andern noch zur Bildung eines Gewebes, noch zur Vollführung einer rein physiologischen Function verwendet wird. Eine Sonderung der zoochemischen Stoffe in Secretions- und Excretionsstoffe führt zu der grössten Unsicherheit und ärgsten Verwirrung. Ueberhaupt erscheint uns aber jede Bestimmung nach Zwecken in einer rein empirischen Wissenschaft untauglich; denn eine solche muss den genetischen oder ätiologischen, aber nicht den teleologischen Weg verfolgen; letzterer kann höchstens einer aufkeimenden Disciplin die Richtung angeben, in welcher die Forschung zu verfolgen ist. Man hat nun aber in neuerer Zeit ein neues Wort erfunden, mit dem man die Art der zoochemischen Processe leicht in zwei grosse, ganz verschiedene Classen zerfällen zu können wähnte, nämlich die progressive und regressive Stoffmetamorphose. So sehr diese Worte in der physiologischen Chemie zu kurzen allgemeinern Bezeichnungen beibehalten zu werden verdienen: so wenig lassen sie sich doch bei einem tiefern Eingehen in diese Disciplin und die reine Zoochemie insbesondre zu bestimmten Begriffsbestimmungen verwenden. Wir wollen gar nicht darauf hinweisen, dass für sehr viele zoochemischen Stoffe durchaus nicht zu erweisen ist, ob sie noch der progressiven oder bereits der regressiven Stoffmetamorphose angehören, sondern wir bemerken nur, dass

sich in den thierischen Processen selbst überhaupt keine Grenze ziehen lässt, wo die progressive Metamorphose aufhört und die regressive ihren Anfang nimmt. Die fleischfressenden Thiere führen ihrem Organismus nichts zu als bereits wohl ausgebildete thierische Materie: die Ausbreitung der progressiven Metamorphose wird hier wenigstens sehr gering sein; hat man doch schon längst dem Thierleben nur eine Rückbildung und blos dem Pflanzenleben eine Vorwärtsbildung der organischen Materie zugeschrieben; schon der mit dem Aufkommen jener Bezeichnungsweise verbundene unerquickliche Streit, ob der Blutfaserstoff der progressiven oder der entgegengesetzten Metamorphose angehöre, deutet genügend darauf hin, dass in jenen Worten kein durchgreifendes Princip liege. Wir sehen also, dass die rein physiologischen Eintheilungsgründe ebenso unhaltbar sind, als diejenigen chemischen, welche nur einzelnen, meist zufälligen Eigenschaften der Stoffe entlehnt sind.

Ein Chemiker, der einigermassen mit dem heutigen Stande der organischen Chemie vertraut ist, wird z. B. Eiweiss und Harnstoff ebensowenig neben einanderstellen oder in eine Gattung bringen (obgleich beide Körper stickstoffhaltig und amphoter sind) als der Physiolog, da ein Nährstoff nothwendiger Weise eine ganz andre chemische Constitution haben muss, als ein Excretionsstoff. Wir wiederhohlen daher, Chemiker und Physiolog müssen in ihrem auf die Eintheilung und Behandlung der thierischen Körper bezüglichen Wünschen vollkommen coincidiren; differiren dieselben in ihren Bestimmungen, so können diese nicht der Natur entsprechend sein; würde z. B. der Physiolog einen Stoff als Ausscheidungsproduct ansehen, während der Chemiker ihn seiner Constitution nach den eiweissartigen Stoffen beizählt, so müsste von der einen oder der andern Seite ein Irrthum statt finden: kurz die chemischen Qualitäten eines Körpers können den physiologischen nicht widersprechen. Darum also kann auch in der Zoochemie nur eine solche Behandlungsweise die richtige sein, welche beiden Disciplinen, der Chemie gleich der Physiologie, Gnüge leistet.

Wenn die Zoochemie die festeste Unterlage der physiologischen Chemie ist, wenn in ihr dem chemischen Elemente überall seine Geltung gewahrt werden muss, so dürfen jedoch die physiologischen Beziehungen der einzelnen Stoffe nicht gänzlich aus den Augen gesetzt werden. Die Materien dürfen nicht blos in ihren Eigenschaften, ihrer Zusammensetzung, Darstellung und Zersetzung nach beschrieben werden, sondern man muss auch ihre physiologische Qualität in Erwägung ziehen. Das Vorkommen eines Stoffs an gewissen Orten des Thier-

körpers und bei gewissen Processen, sein Verhalten zum allgemeinen Stoffwechsel und seine Bildung oder Rückbildung sind Fragepunkte, welche die reine Chemie nicht zu beantworten pflegt, die Physiologie allein aber nicht beantworten kann.

Einen solchen Ausbau der Zoochemie halten wir vor allen Dingen nothwendig, ehe Physiologie und Medicin erwarten dürfen, allgemeinere auf grössere Processe bezügliche Fragen von der Chemie mit Exactheit beantwortet zu sehen. Diese Ansicht hat ohne Zweifel auch die meisten wahren Naturforscher bei ihren Bestrebungen in diesem Felde wissenschaftlicher Thätigkeit geleitet; ein *Berzelius*, ein *Wöhler*, ein *Liebig*, *Mulder* haben sich nie herabgelassen, solche Untersuchungen zu unternehmen, die, weil es ihnen an aller wissenschaftlichen Basis gebrach, zu keinen wissenschaftlich gerechtfertigten Resultaten führen konnten. Wir finden dagegen, dass solcher Männer Streben immer dahin gegangen ist, erst der reinen Zoochemie den innern wissenschaftlichen Halt zu verschaffen, ohne welchen sie nichts als ein Stückwerk, aus vereinzelten Thatsachen zusammengetragen, bleiben würde. Für jetzt lassen sich aber von der reinen Zoochemie aus die gründlichsten physiologischen Resultate erwarten, und wir machen uns keiner Uebertreibung schuldig, wenn wir behaupten, dass durch zoochemische Untersuchungen, wie die Mulder's über eiweissartige Stoffe, Liebig's über Kreatin u. dergl. Wöhler's über Harnsäure u. s. f. mehr Licht über den thierischen Stoffwechsel verbreitet worden ist, als durch Hunderte von Analysen des Bluts und Harnes.

Wir werden der mitgetheilten Gründe wegen in der folgenden Darstellung der zoochemischen Elemente dieselben Gruppen festhalten, wie sie nach den neuesten Forschungen in der reinen Chemie constatirt sind. Körper von homologem chemischem Werthe müssen auch gemeinsame physiologische Beziehungen haben. Wir werden hierbei von den Körpern einfachster Zusammensetzung beginnen, von denen die meisten nur selten oder nie bereits gebildet in thierischen Organismen gefunden worden sind; allein insofern sie sich als Abkömmlinge thierischer Stoffe zeigen, ist ihre Kenntniss nicht nur nicht überflüssig, sondern sogar nothwendig. Indem wir sodann von den Gruppen einfacher constituirter Körper zu denen von complicirterer Zusammensetzung aufsteigen, werden wir allmählig vertrauter mit dem Getriebe der Zusammenlegung und Spaltung der organischen Materie, so dass wir endlich die wichtigsten, aber verwickeltsten Stoffe der thierischen Organismen einer gediegenern Beurtheilung unterwerfen können. Es bedarf aber gerade einer sehr vorsichtigen, kritischen Beurtheilung der vorliegenden Thatsachen, wenn wir die Zoochemie wirklich als das festeste Fundament der physiologischen Chemie benutzen wollen. Denn kaum in einer andern naturwissenschaftlichen Disciplin hat man so sehr das Wahre

mit dem Falschen, das Eingebildete mit dem Thatsächlichen, das Gefundene mit dem Erschlossenen, das Positive mit dem Hypothetischen oder Fingirten verwechselt als gerade in dieser Disciplin. Wir erinnern hier z. B. nur an das traurige Phantasiespiel mit chemischen Formeln, die, indem sie Worte und Zeichen, einer exacten Disciplin entlehnt, an ihrer Stirn trugen, viele an solche Chiffern ungewöhnte Augen geblendet haben. Die Ursache aber, weshalb aus der sogenannten physiologischen Chemie soviel irrige Ansichten in Physiologie und Medicin übergegangen sind, ist hauptsächlich in der unzureichenden Kenntniss dessen zu suchen, was allein zur Aufstellung einer Formel für die chemische Constitution eines Körpers berechtigt. Es dürfte daher hier am Eingange der Zoochemie nicht ganz unpassend sein, aus der reinen Chemie die Punkte hervorzuheben, aus denen der Chemiker eine Formel abzuleiten allein befugt ist.

Wir können uns allerdings aus dem nackten Resultate einer oder mehrerer Elementaranalysen allenfalls einen Schluss auf die atomistische Zusammensetzung erlauben, d. h. wir können zur blossen Uebersicht über das Verhältniss der einzelnen Elemente zu einander aus der procentischen Zusammensetzung eines Körpers für diesen eine sogenannte empirische Formel berechnen. Allein ein solches Verfahren ist nur dann erlaubt, eine solche Berechnung kann nur dann einigen wissenschaftlichen Werth haben, wenn wir einerseits überzeugt sind, dass wir es mit einer chemisch vollkommen reinen, unvermengten Substanz zu thun haben, und wenn andrerseits, nachdem dieses wirklich constatirt ist, die bei der Analyse selbst unvermeidlichen Untersuchungsfehler erheblich kleiner sind, d. h. wenn die Schwankungen im procentischen Resultate der Analyse weit geringer sind, als jede andre Formel, wie gerade die berechnete, bedingen würde. Solche Schwankungen, die oft eine ganze Analyse untauglich machen, kommen insbesondre beim Wasserstoff vor; das Atomgewicht dieses Elements ist so gering, dass schon die mindesten Schwankungen in der aus den einzelnen Analysen abgeleiteten procentischen Zusammensetzung die Formel eines Körpers um ein oder mehrere Atome Wasserstoff verschieden machen können. Hierzu kommt, dass die Elementaranalyse selbst oft genug in dem Wasserstoffgehalte die erheblichsten Schwankungen zeigt, weil namentlich das Austrocknen einer organischen Substanz oft nur ein relatives ist, und viele solcher Stoffe zu hygroskopisch sind, als dass sie nicht trotz aller angewendeten Vorsicht schon beim Wägen wieder Wasser aus der Luft condensirten. Relativ

nannten wir aber das Austrocknen, weil bei vielen Substanzen sich gar nicht bestimmen lässt, bei welchem Temperaturgrade und nach welcher Zeit sie wirklich als ausgetrocknet, als bereits zersetzt, oder als noch wasserhaltig anzusehen sind. Aus dem Allen geht hervor, dass gerade bei den wichtigsten Elementen der Thierchemie, bei den eiweissartigen Stoffen und ihren Abkömmlingen, als Körpern von sehr hohem Atomgewichte, sich die Atomzahl des Wasserstoffs am wenigsten sicher wird berechnen lassen.

Die Atomgewichte der genannten Stoffe sind aber zum Theil so hoch, und die Ungewissheit, ob diese Substanzen neben ihrem untrennbaren Gehalte an sogenannten Aschenbestandtheilen als frei von allen andern Beimengungen anzusehen seien, so gross, dass auch die Zahl der Kohlenstoffatome sich aus dem empirischen Resultate der Analyse mit Sicherheit nicht berechnen lässt. Da wir endlich kein Mittel besitzen den Sauerstoffgehalt eines organischen Körpers direct zu bestimmen, sondern ihn nur aus dem Verluste, d. h. durch Subtraction der gefundenen Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffmengen von dem Gewichte der zur Analyse verwendeten Substanz berechnen, so werden sich oft die Untersuchungsfehler in der Zahl des Sauerstoffs summiren und es wird somit wenigstens in vielen Fällen gerade der in der Analyse bezeichnete Sauerstoffgehalt als die unsicherste Zahl angesehen werden müssen.

Würden aber alle diese Mängel, die der Berechnung atomistischer Formeln aus den unmittelbaren Resultaten von Elementaranalysen anhaften, möglichst vermieden oder in einem vorliegenden Falle $= 0$ zu achten sein: so würde die aufgestellte Formel immer nur einen problematischen Werth haben, so lange nicht die Sättigungscapacität des Körpers durch directe Versuche bestimmt ist d. h. so lange nicht das aus der Sättigungscapacität des Körpers berechnete Atomgewicht mit dem aus der Analyse abgeleiteten im Einklang gefunden worden ist. Ohne Kenntniss der Sättigungscapacität würden wir also, selbst bei übrigens vollkommnen exacten, zweifellosen Unterlagen keine Garantie für das wahre Atomgewicht eines Körpers, für dessen atomistische Zusammensetzung haben. Wir wüssten z. B. nicht, ob Milchsäure und Amylon nach der Formel $C_6\ H_5\ O_5$ oder $C_{12}\ H_{10}\ O_{10}$ oder nach andern Multipeln zusammengesetzt seien. Leider stossen wir aber gerade unter den thierischen Substanzen höherer Ordnung auf eine Menge, deren atomistische Zusammensetzung nicht durch Vergleichung mit ihrer Sättigungscapacität geprüft werden kann. Solche Substanzen

lassen sich entweder gar nicht mit andern Stoffen in einer bestimmten Proportion verbinden, oder sie vereinigen sich damit in mannigfachen Verhältnissen, so dass nicht zu entscheiden ist, welche eigentlich als die neutrale Verbindung anzusehen sei. Die Schwankungen in den Zahlen der Sättigungscapacität sind aber bei solchen Körpern (zum Theil wegen der beigemengten Mineralstoffe) oft noch weit bedeutender, als die der Zahlen in der Elementaranalyse d. h. das aus der Sättigungscapacität berechnete Atomgewicht ist oft nicht weniger unsicher, als das aus der Elementaranalyse abgeleitete.

Wenn man diesen in der Chemie allgemein anerkannten Regeln folgt, und diesen Betrachtungen gemäss die Eigenschaften der meisten eiweissartigen Stoffe und ihrer Abkömmlinge vergleicht, so wird man leicht einsehen, was eigentlich von den für die Zusammensetzung dieser Körper aufgestellten Formeln zu halten ist, und wie leichtsinnig man diese problematischesten aller Formeln für die Physiologie ausgebeutet hat, um diese in ein neues Labyrinth verworrener Träume und phantastischer Fictionen zu führen. Dieser Mangel einer vernünftigen Kritik, dieses vollkommne Ignoriren aller in einer Wissenschaft bereits gültigen und anerkannten leitenden Maximen, diese Oberflächlichkeit in der Kenntniss dessen, was die Wissenschaft eigentlich fordert, hat manche chemisirende Aerzte verführt, von Gemengseln mehrerer und dazu höchst variabel constituirter Stoffe z. B. Blut, Galle, Muskeln u. dergl. Elementaranalysen anzustellen und daraus chemische Formeln zu berechnen. Wusste man auch nicht, dass jene thierischen Flüssigkeiten selbst im physiologischen Zustande ihre nähern Bestandtheile in sehr verschiedenen und veränderlichen Proportionen enthalten, war man auch unbekannt damit, aus wie verschiedenen, sehr discreten morphologischen Elementen die Muskelbündel nach der mikroskopischen Beobachtung zusammengesetzt sind: so durfte man die selbstbewusste Versündigung an den ersten Principien der Chemie nicht damit beschönigen, dass die unchemischen Versuche wenigstens physiologische Resultate geben könnten, während die Physiologie von der Chemie exact erforschte wissenschaftliche Thatsachen erwartet, nicht aber chemische Irrlichter, Trugbilder einer chemischen Phantasie.

Stickstofflose Säuren.

$$= C_n\ H_{n-1}\ O_3 + HO.$$

Die Säuren dieser Gruppe haben, wie diess aus den bezeichneten Formeln hervorgeht, das Eigenthümliche, dass sie in ihrem isolirten d. h. basenfreien Zustande auf ein Multiplum eines dem ölbildenden

Gase polymeren Kohlenwasserstoffs 4 At. Sauerstoff enthalten; in ihrer Verbindung mit Basen verlieren sie jedoch 1 At. Wasser, so dass das entstandene Salz eine Säure enthält, in welcher 3 At. Sauerstoff mit einem Kohlenwasserstoffe verbunden sind, dessen Wasserstoff immer 1 Aequ. zu wenig beträgt, um mit dem Kohlenstoff gerade ölbildendes Gas zu erzeugen.

Die Zahl der hieher gehörigen Säuren ist nicht gering, sie sind folgende:

Ameisensäure	$C_2\ H\ O_3 . HO$	$= (CH)_2\ O_4$.
Essigsäure	$C_4\ H_3\ O_3 . HO$	$= (CH)_4\ O_4$.
Metacetonsäure	$C_6\ H_5\ O_3 . HO$	$= (CH)_6\ O_4$.
Buttersäure	$C_8\ H_7\ O_3 . HO$	$= (CH)_8\ O_4$.
Baldriansäure	$C_{10}\ H_9\ O_3 . HO$	$= (CH)_{10}\ O_4$.
Capronsäure	$C_{12}\ H_{11}\ O_3 . HO$	$= (CH)_{12}\ O_4$.
Oenanthsäure	$C_{14}\ H_{13}\ O_3 . HO$	$= (CH)_{14}\ O_4$.
Caprylsäure	$C_{16}\ H_{15}\ O_3 . HO$	$= (CH)_{16}\ O_4$.
Pelargonsäure	$C_{18}\ H_{17}\ O_3 . HO$	$= (CH)_{18}\ O_4$.
Caprinsäure	$C_{20}\ H_{19}\ O_3 . HO$	$= (CH)_{20}\ O_4$.

An diese Säuren schliesst sich ihrer Zusammensetzung nach noch eine andre ziemlich grosse Gruppe organischer Säuren an, die wir jedoch einiger besondrer Charaktere halber, die das Uebersichtliche in der Darstellung dieser Säuren stören würden, später in einer besondern Gruppe unter dem Namen der „Fettsäuren" behandeln werden.

Es ist nicht zu verwundern, dass diese Säuren bei der vollkommensten Analogie ihrer Zusammensetzung (Homologie) auch in ihren physischen und chemischen Eigenschaften sehr viel Aehnlichkeiten zeigen. Sie sind sämmtlich bei mittlerer Temperatur tropfbarflüssig und zwar im wasserarmen Zustande meist ölartig; erst unter 0° erstarren sie krystallinisch, sind aber so flüchtig, dass sie schon bei gewöhnlicher Temperatur stark verdunsten und deshalb einen Augen und Nase mehr oder weniger reizenden Geruch verbreiten; sie sind farblos, haben aber einen eigenthümlich brennenden oder scharfen Geschmack. In Wasser, Alkohol und Aether sind sie fast in jedem Verhältnisse löslich; Lackmus röthen sie stark; sie sind unzersetzt destillirbar; ihre Siedepunkte steigen mit der Zahl der Kohlenwasserstoffatome (nach *Kopp* auf 2 At. CH um 19°); in einem ähnlichen Verhältnisse stehen die Dichtigkeiten der Dämpfe dieser Säuren zu der Zahl der Kohlenwasserstoffatome; die Dämpfe dieser Säuren sind übrigens entzündlich, wenn ihnen nicht zu viel Wasserdampf beigemengt ist.

Mit Basen bilden diese Säuren meist auflösliche und zum Theil

leicht krystallisirbare Salze. Mit den organischen Halidbasen: Methyloxyd, Aethyloxyd, Amyloxyd, Lipyloxyd, bilden sie sogenannte Halidsalze, welche entweder durch unmittelbare Vereinigung der Säure mit der fraglichen Base oder durch doppelte Wahlverwandtschaft entstehen. Die Verbindungen mit den 3 erstgenannten Basen sind fast sämmtlich tropfbarflüssig und äusserst flüchtig; ihr Siedepunkt liegt für jede Basis um eine bestimmte Anzahl Grade niedriger, als der der entsprechenden Säure im wasserärmsten Zustande. Unter keiner Klasse von Körpern hat man bis jetzt so viele *metamere* Stoffe gefunden als unter dieser, z. B. Metacetonsäure $= C_6 H_5 O_3 . HO$, ameisensaures Aethyloxyd $= C_4 H_5 O . C_2 H O_3$ und essigsaures Methyloxyd, $C_2 H_3 O . C_4 H_3 O_3$ enthalten gleiche Zahlen der Atome einzelner Elemente $= C_6 H_6 O_4$, sind also metamer, ebenso Oenanthsäure $= C_{14} H_{13} O_3 . HO$, essigsaures Amyloxyd $= C_{10} H_{11} O . C_4 H_3 O_3$ capronsaures Methyloxyd $= C_2 H_3 O . C_{12} H_{11} O_3$ und baldriansaures Aethyloxyd $= C_4 H_5 O . C_{10} H_9 O_3 = C_{14} H_{14} O_4$.

Man nannte früher die meisten dieser Säuren *flüchtige Fettsäuren*, da man sie zuerst bei der Zersetzung mancher Fette erkannt hatte: allein diese Bezeichnung darf nicht länger beibehalten werden, da viele jener Säuren entweder gar nicht aus Fetten dargestellt werden können oder wenigstens eben so leicht aus manchen andern thierischen oder pflanzlichen Substanzen als Educte oder Producte gewonnen werden. So entsteht z. B. die Buttersäure, welche früher als der Repräsentant dieser Säuren angesehen wurde, ebensowohl bei der Fäulniss oder künstlichen Oxydation eiweissartiger Stoffe, bei der Gährung des Zuckers und Stärkmehls als bei der Verseifung der Butter.

Ehe wir zur Betrachtung der einzelnen dieser Gruppe angehöriren Säuren übergehen, müssen wir noch auf einige allen diesen Säuren gemeinsame Verhältnisse aufmerksam machen, die sich namentlich auf die mit ihnen in näherem Zusammenhange stehenden Stoffe, auf die Reihen homologer Körper, aus denen sie entweder hervorgehen, oder in die sie unter gleichen Bedingungen übergehen, und überhaupt auf ihre innere chemische Constitution beziehen.

Zunächst heben wir hervor, dass, wenn man der Theorie der organischen Radicale folgt, bereits eine Anzahl Stoffe gefunden worden sind, welche als niedere Oxydationsstufen der Kohlenwasserstoffradicale dieser Säuren betrachtet werden können; wir haben dann Körper von der generellen Formel, $C_n H_{n-1} O + HO$ [$= (CH)_n O_2$] und $C_n H_{n-1} O_2 . HO$ [$= (CH)_n O_3$]. Die nach der ersten dieser Formeln

constituirten Stoffe hat man Oxyde der Säureradicale oder gewöhnlicher noch Aldehyde genannt. Diese Körper sind meist tropfbarflüssig, sehr flüchtig und oxydiren sich schnell an der Luft, indem sie in die entsprechenden Säuren übergehen. Man hat bis jetzt folgende Körper dieser Art genauer studirt:

Essigsäurealdehyd $C_4 H_3 O. HO.$
Metacetonsäurealdehyd $C_6 H_5 O. HO.$
Buttersäurealdehyd $C_8 H_7 O. HO.$

Die zwischen diesen Oxyden und den fraglichen Säuren mitten inne stehenden Oxydationsstufen $= C_n H_{n-1} O_2. HO$ sind nur bei wenigen gefunden worden; auch sie gehen durch Oxydation an der Luft leicht in die entsprechenden Säuren über.

Acetylige Säure $C_4 H_3 O_2. HO.$
Oenanthylige Säure $C_{14} H_{13} O_2. HO.$

Aus den Salzen, namentlich aus den Barytsalzen mehrerer dieser Säuren, hat man durch trockne Destillation den Aldehyden derselben isomere Körper hervorgebracht, zu deren Bezeichnung man die Endung *al* gewählt hat. Diese Körper bilden ölartige, höchst flüchtige und daher stechend riechende Flüssigkeiten, welche unzersetzt destillirbar sind, sich leicht in Alkohol und Aether, aber nicht in Wasser lösen, weder saure noch basische Eigenschaften besitzen, weniger leicht an der Luft als durch Vermittlung oxydirender Substanzen in die entsprechenden Säuren übergehen, und leicht einen Theil ihres Wasserstoffs mit Chlor vertauschen. Man kennt bis jetzt:

Butyral $C_8 H_8 O_2.$
Valeral $C_{10} H_{10} O_2.$
Oenanthal $C_{14} H_{14} O_2.$

Eine andre Reihe von Abkömmlingen dieser Säuren entsteht durch Erhitzen ihrer Salze mit starken Basen, indem hierbei die Säure die Elemente eines Atoms Kohlensäure verliert und in einen Stoff verwandelt wird, der neben einem dem ölbildenden Gase polymeren, aber aus ungeraden Zahlen constituirten Kohlenwasserstoff 1 At. Sauerstoff enthält, z. B. $Ca O. C_8 H_7 O_3 - CO_2 = C_7 H_7 O.$ Zur Bezeichnung dieser Körper hat man die Endung *on* gewählt; sie sind farblose, sehr flüchtige Oele, von durchdringendem Geruch, in Alkohol und Aether leicht löslich, unlöslich in Wasser, leicht entzündlich, nicht mit Säuren oder Basen verbindbar.

Wie bei vielen andern organischen Körpern können auch in diesen Säuren einzelne Atome Wasserstoff durch die entsprechende Anzahl

Atome Chlor, Brom oder Jod ersetzt werden, z. B. Chloressigsäure entsteht nach folgender Gleichung: $C_4 H_3 O_3 . HO + 6Cl = 3HCl + C_4 Cl_3 O_3 . HO$. In der Buttersäure können verschiedene Zahlen von Wasserstoffatomen durch gleiche Chloratome vertreten werden; wir haben daher zwei Chlorbuttersäuren, nämlich $= C_8 (H_5 Cl_2) O_3$ und $C_8 (H_3 Cl_4) O_3$ zusammengesetzt. So sehr *Berzelius* selbst bis zu den letzten Tagen seines Leben gegen die sogenannte Substitutionstheorie angekämpft hat, so wenig darf doch diese Ansicht bei der Betrachtung der Constitution organischer Materien ausser Acht gelassen werden. Denn obgleich diese Deutungsweise der Zusammensetzung chlorhaltiger organischer Stoffe den bisher in der Chemie geläufigen electrochemischen Ansichten widerspricht: so ist sie doch schon deshalb nicht gänzlich zu verwerfen, weil sie zur Zeit diejenige Darstellungsweise der Constitution solcher Körper ist, die der empirischen Zusammensetzung am nächsten steht. Man braucht den metaleptischen Ansichten *Dumas'* und *Laurent's* keineswegs rigorös anzuhängen, wenn man der leichtern Uebersicht und des bessern Verständnisses wegen sich jener Vorstellungsweise bedient und die Formeln jener Körper so construirt, als ob Chlor geradezu an die Stelle des Wasserstoffs getreten sei. Allein abgesehen von dem praktischen Vortheil, den diese Bezeichnungsweise gewährt, abgesehen davon dass die von *Berzelius* versuchten Deutungsweisen der Zusammensetzung solcher Körper zum grossen Theil höchst gesucht und ohne mannigfache Verwirrung nicht mit andern Erfahrungen in Einklang zu bringen sind: so spricht doch für diese Anschauungsweise die in den meisten Fällen constatirte Erfahrung, dass, trotz des Verlustes von Wasserstoffatomen und des Eingehens von dem negativen Chlor, Brom oder Jod oder selbst dem der Untersalpetersäure entsprechenden Atomencomplexe $= NO_4$, der neue Körper den chemischen Character der ursprünglichen Verbindung beibehält d. h. war die Muttersubstanz eine Säure, so ist auch der neugebildete Stoff eine solche, war er neutral, so ist auch die neue Verbindung neutral; am auffälligsten ist aber, dass selbst basische Körper, wie die Alkaloïde, noch Basen bleiben, wenn einzelnen Wasserstoffatomen derselben jene Elemente oder Untersalpetersäure substituirt sind.

Alle Säuren dieser Gruppe bilden auch Amidverbindungen. Der Ausdruck *Amid* ist schon aus der anorganischen Chemie bekannt. Das nicht isolirt darstellbare Atomenaggregat $H_2 N$ wurde in manchen metallhaltigen Präparaten gefunden, die durch Behandlung von Metalloxydverbindungen mit Ammoniak entstanden waren. Es wurde dort

angenommen, dass das Atom Sauerstoff des Metalloxyds z. B. des Quecksilberoxyds sich mit einem Aequivalent Wasserstoff des Ammoniaks zu Wasser verbunden habe und als solches ausgetreten sei, das Metall sich aber mit dem Reste des Ammoniaks $= H_2 N$ zu einem sogenannten Amid vereinigt habe. In der organischen Chemie entstanden die Amide auf ähnliche Weise, nur mit dem Unterschiede, dass hier mehr die sauren Stoffe solche Verbindungen einzugehen geneigt sind. Die Entstehung und Zusammensetzung der organischen Amide kann man sich am besten vergegenwärtigen, wenn man sich vorstellt, dass das hypothetisch wasserfreie Ammoniaksalz der organischen Säure 1 Aequ. Wasser verliert, indem dem Ammoniak ein Aeq. Wasserstoff und der Säure ein Aeq. Sauerstoff entzogen werden. So ist Acetamid gleich essigsaurem Ammoniak — 1 At. Wasser, denn $H_3 N. C_4 H_3 O_3 - HO = H_2 N. C_4 H_3 O_2 = C_4 H_5 NO_2$.

Man hat auch in diesen Verbindungen nach der Substitutionstheorie das eine Atom Sauerstoff der Säure durch den Complex $H_2 N$ als ersetzt ansehen wollen, allein auf diese dürfte jene Anschauungsweise keine Anwendung finden, da die Säuren durch jene Vereinigung ihren sauren Character gänzlich verlieren und auch selbst die basischen Körper durch diese Verbindung mit Amid ihrer Basicität vollkommen verlustig gehen. Die Kenntniss dieser Amidverbindungen und ihrer allgemeinen Charactere, die überhaupt erst in letzter Zeit die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich gezogen haben, ist besonders deshalb wichtig, weil man Grund hat, zu glauben, dass mehrere in Pflanzen- und Thiersubstanzen vorkommende Stoffe zu dieser Classe von Körpern gehören.

Während die Amide mancher andrer Säuren künstlich durch blosses Erhitzen der Ammoniaksalze oder durch Behandlung der Chlorverbindungen mit Ammoniak dargestellt werden, gewinnt man die Amide der Säuren dieser Gruppe am besten aus deren Aethyloxydsalzen und Ammoniak. So entsteht Acetamid, wenn essigsaures Aethyloxyd (Essigäther) mit flüssigem Ammoniak digerirt wird, denn $C_4 H_5 O. C_4 H_3 O_3 + H_3 N = C_4 H_5 O. HO + H_2 N. C_4 H_3 O_2$.

Wie aus vorstehender Formel ersichtlich ist, verwandelt sich bei dieser Umwandlung das Aethyloxyd in Oxydhydrat d. h. Aether in Alkohol; das hierzu nöthige Wasser wird aus 1 At. Sauerstoff der Essigsäure und 1 At. Wasserstoff des Ammoniaks gebildet.

Die Amide dieser Säuren sind fest, krystallisirbar, farblos, löslich in Wasser und Alkohol, unzersetzt sublimirbar, ohne Reaction auf Pflanzenfarben und verhalten sich gegen schwache Säuren und Basen

indifferent. Werden sie aber mit starken Säuren oder Basen behandelt, so zerfallen sie unter Aufnahme von Wasser in Ammoniak und die entsprechende Säure.

Acetamid giebt, mit Aetzkali behandelt, Ammoniak und essigsaures Kali $= C_4 H_5 NO_2 + KO.HO = KO.C_4 H_3 O_3 + H_3 N$.

Sehr characteristisch ist auch das Verhalten dieser Amide, so wie das aller andern gegen salpetrige Säure; durch Einwirkung dieser Säure werden nämlich diese Amide unter Entwicklung von Stickstoff in die ursprünglichen Säuren verwandelt (Piria[1]).

Man kann sich diesen Process so vorstellen, dass durch Einwirkung der salpetrigen Säure auf das Amid unter Wasserstoffaufnahme zunächst Ammoniak und die bezügliche organische Säure gebildet werden, das Ammoniak aber in statu nascenti mit der salpetrigen Säure in Wasser und Stickstoff zerfalle z. B. Acetamid und salpetrige Säure geben Wasser, Essigsäure und Stickstoffgas, denn $C_4 H_5 NO_2 + NO_3 = C_4 H_3 O_3 + 2 HO + 2 N$. Auf diesem Wege ist zu hoffen, dass mehrere stickstoffhaltige thierische Materien sich als Amide werden erkennen lassen, wie das z. B. beim Asparagin schon geschehen ist, das sich bekanntlich als das Amid der Aepfelsäure ausgewiesen hat.

Werden die Amide dieser Säuren mit wasserfreier Phosphorsäure behandelt, so verlieren sie 2 At. Wasser und es bleiben sauerstofffreie, stickstoffhaltige Körper zurück, welche das Radical der Säure und anstatt der 3 At. Sauerstoff 1 Aequ. Stickstoff enthalten; man hat diese Körper Nitrile genannt. Trotz der Aehnlichkeit ihrer Zusammensetzung mit der der flüchtigen, sauerstofffreien Alkaloide besitzen dieselben doch durchaus keine basischen Eigenschaften.

Valeramid und Phosphorsäure bilden wasserhaltige Phosphorsäure und Valeronitril: $C_{10} H_{11} NO_2 + PO_5 = PO_5, 2 HO + C_{10} H_9 N$.

Die Amide dieser Gruppe zeichnen sich endlich durch eine Eigenschaft aus, die den Amiden der meisten andren Säuren nicht zukommt; mit Kalium behandelt, liefern sie nämlich Cyankalium und einen Kohlenwasserstoff. Es gewinnt demnach den Anschein, als sei in diesen Amiden Cyan bereits präformirt enthalten, zumal da in ihnen wegen ihres Mangels an basischen Eigenschaften ein copulirtes Ammoniak oder dergl. nicht angenommen und auch 1 At. Sauerstoff durch Amid substituirt nicht wohl gedacht werden kann.

Aus diesem Gesichtspunkte hat man das Acetamid als blausauren Holzgeist und das Metacetamid als blausauren Weingeist angesehen wissen wollen; denn $C_4 H_5 NO_2 = C_2 H_4 O_2 . H C_2 N$ und $C_6 H_7 NO_2 = C_4 H_6 O_2 . H C_2 N$.

---

[1]) Piria, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 22 p. 170—179.

Die Amide führen uns unmittelbar zu einer weitern Betrachtung der eben genannten Nitrile, welche von nicht geringerer Wichtigkeit für die Kenntniss der Atomenumlagerung und des Stoffwechsels überhaupt sind.

Diese Körper bilden sich zum Theil bei der Zersetzung thierischer Substanzen durch oxydirende Substanzen; dargestellt werden können sie aber durch Behandlung der entsprechenden Ammoniaksalze oder Amide mit wasserfreier Phosphorsäure. Diese Bereitungsweise gilt besonders für die Nitrile dieser Gruppe von Säuren; andre werden entweder schon durch blosses Erhitzen der Ammoniaksalze oder dadurch bereitet, dass die Dämpfe über erhitzten Aetzkalk geleitet werden.

Die Nitrile sind ölige, sehr flüchtige Flüssigkeiten, von eigenthümlichem Geruche, in Wasser weniger löslich als in Alkohol und Aether, unzersetzt destillirbar, ohne Wirkung auf Pflanzenfarben und vereinigen sich nicht mit Säuren zu Salzen. Nur mit Schwefelwasserstoff vereinigen sie sich unmittelbar und nehmen davon 2 Aequivalente auf, so dass schwefelhaltige den Amiden analoge Stoffe daraus hervorgehen z. B. Benzonitril bildet mit Schwefelwasserstoff Schwefelbenzamid, welches dem Benzamid analog ist: $C_{14}\,H_5\,N + 2\,HS = C_{14}\,H_7\,NS_2 \sim C_{14}\,H_7\,NO_2$. Durch Alkalien so wie durch starke Säuren werden die meisten Nitrile in ihre Ursprungsstoffe d. h. in Ammoniak und die bezügliche Säure durch Aufnahme von 3 At. Wasser zerlegt z. B. Valeronitril: $C_{10}\,H_9\,N + 3\,HO = H_3\,N + C_{10}\,H_9\,O_3$.

Mehrere Eigenschaften und besonders Zersetzungsweisen der Nitrile deuten darauf hin, dass sie ihrer innern chemischen Constitution nach nicht etwa als Verbindungen der entsprechenden Säureradicale mit Stickstoff betrachtet werden können, sondern vielmehr als Cyanverbindungen gewisser Kohlenwasserstoffe, von denen aus ein ganz neues Licht über die theoretische Zusammensetzung der Säuren dieser Gruppe verbreitet wird.

Werfen wir nämlich zuerst einen Blick auf die Nitrile der einfachsten Säuren dieser Gruppe; der Ameisensäure, Essigsäure und Matacetonsäure: so stellt sich heraus, dass diese längst bekannte Körper sind, die aber keineswegs unter dem Gesichtspunkte der Nitrile betrachtet wurden noch zu betrachten sind. Das Nitril der Ameisensäure müsste $= C_2\,H\,N$ constituirt sein; dieses ist aber die Zusammensetzung der längst bekannten Blausäure, welche bekanntlich auch durch Erhitzen von ameisensaurem Ammoniak unter Ausscheidung dreier Atome Wasser entsteht. Die Cyanwasserstoffsäure kann aber, wie

bekannt, leicht auch gleich den Nitrilen in Ammoniak und die entsprechende Ameisensäure verwandelt werden.

Bringt man ferner zur Darstellung des Nitrils der Essigsäure Acetamid mit wasserfreier Phosphorsäure zusammen, so bildet sich ebenfalls ein schon länger bekannter und als anders constituirt betrachteter Körper, nämlich Cyanmethyl; denn $C_4 H_3 N = C_2 H_3 . C_2 N$. Ganz ebenso verhält es sich mit dem Nitril der Metacetonsäure; dieses entspricht dem Cyanäthyl, denn $C_6 H_5 N = C_4 H_5 . C_2 N$. Ein geistreicher Forscher, *Kolbe*[1]), der über diesen Gegenstand die scharfsinnigsten Untersuchungen ausgeführt hat, kam nun auf den Gedanken, die Metacetonsäure aus dem durch Destillation von schwefelsaurem Aethyloxydkali und Cyankalium bereiteten Cyanäthyl durch Behandlung mit Kalilauge darzustellen; und der Versuch gelang vollkommen, indem das Cyanäthyl (ganz entsprechend der Eigenschaft besagter Nitrile) sich unter Aufnahme von 3 At. Wasser in Ammoniak und Metacetonsäure schied, nach der Formel: $C_4 H_5 . C_2 N + 3 HO = H_3 N + C_6 H_5 O_3$.

Nach diesen Thatsachen lag der Gedanke sehr nahe, auch die übrigen bis jetzt bekannten Nitrile der Säuren dieser Gruppe als Verbindungen von Cyan mit einem Radical der Aethergruppe angehöriger Halidbasen anzusehen d. h. mit einem Kohlenwasserstoff, in welchem ebenfalls eine grosse Zahl Kohlenstoffatome und die nächst höhere ungerade Zahl Wasserstoffatome enthalten sind. So lassen diese Stoffe sich nach folgender arithmetischer Proportion übersehen:

Nitril der Ameisensäure	= Cyanwasserstoff =	H. $C_2 N$.
— — Essigsäure	= Cyanmethyl =	$C_2 H_3 . C_2 N$.
— — Metacetonsäure	= Cyanäthyl =	$C_4 H_5 . C_2 N$.
Butyronitril	=	$C_6 H_7 . C_2 N$.
Valeronitril	=	$C_8 H_9 . C_2 N$.

Während in den ersten drei Verbindungen die Existenz des Cyans als nachgewiesen betrachtet werden konnte, glaubte *Kolbe*[2]) auch das Bestehen solcher Kohlenwasserstoffe, wie $C_6 H_7$ und $C_8 H_9$ nachzuweisen, und diess ist ihm in der That vollkommen gelungen, indem er die Kalisalze der den beiden letztgenannten Nitrilen entsprechenden Säuren, der Buttersäure und Baldriansäure, einem electrischen Strome aussetzte; neben andern Producten erhielt er dann den Kohlenwasser-

[1]) *Kolbe*, Phil. Mag. Vol. 31, p. 266—271.

[2]) Ders., Chem. Gaz. Jun. 1847. No. 111, p. 228.

stoff $C_6 H_7$ und $C_8 H_9$. Durch weitere Untersuchungen [1]) z. B. durch Zerlegung des Cyanäthyls mittelst Kalium wies er auch die Existenz der Radicale des Holzäthers und Weinäthers: $C_2 H_3$ und $C_4 H_5$ nach.

Durch diese die Nitrile jener Säuren betreffenden Thatsachen wird man fast unwillkürlich zu der von *Kolbe* zuerst ausgesprochenen Ansicht geführt, die Säuren dieser Gruppe als gepaarte Oxalsäuren zu betrachten, d. h. als solche Säuren, in welchen Oxalsäure mit einem der genannten Kohlenwasserstoffe $= C_n H_{n+1}$ so verbunden ist, dass an der Sättigungscapacität der Oxalsäure nichts geändert ist.

Für diese Ansicht sprechen aber noch folgende auf Thatsachen beruhende Gründe:

Die Buttersäure so wie die Baldriansäure zerfallen unter dem Einflusse des galvanischen Stroms nach Aufnahme eines Atomes Sauerstoff in 2 Aeq. Kohlensäure und den bezüglichen Kohlenwasserstoff.

Cyan zerfällt bekanntlich mit Wasser in Oxalsäure und Ammoniak ($C_2 N + 3 HO = H_3 N + C_2 O_3$); umgekehrt bildet sich beim Erhitzen von oxalsaurem Ammoniak neben Oxamid Cyan. Die Entstehung und Zersetzung des Valeronitrils lässt sich demnach theoretisch auf folgende Weise fassen: Ist die Baldriansäure eine mit dem Kohlenwasserstoff $C_8 H_9$, *Valyl*, copulirte Oxalsäure, so wird die letztere bei der Umwandlung des Ammoniaksalzes in Nitril in Cyan verwandelt, welches mit dem Paarling $C_8 H_9$ verbunden bleibt und so die empirische Zusammensetzung des Valeronitrils giebt. Wird daher das letztere, als Cyanvalyl betrachtet, durch Alkalien zersetzt, so verwandelt sich das copulirte Cyan, ganz wie isolirtes, in Ammoniak und Oxalsäure, die dann mit der Copula $C_8 H_9$ verbunden bleibt.

Nach dieser Anschauungsweise müssten die Säuren dieser Gruppe also folgendermassen constituirt betrachtet werden:

Ameisensäure = Wasserstoffoxalsäure	=	$H. \quad C_2 O_3$.
Essigsäure = Methyloxalsäure	=	$C_2 H_3. \; C_2 O_3$.
Metacetonsäure = Aethyloxalsäure	=	$C_4 H_5. \; C_2 O_3$.
Buttersäure = Metäthyloxalsäure	=	$C_6 H_7. \; C_2 O_3$.
Baldriansäure = Valyloxalsäure	=	$C_8 H_9. \; C_2 O_3$.
Capronsäure = Amyloxalsäure	=	$C_{10} H_{11}. \; C_2 O_3$.

Es knüpft sich aber an diese Auffassungsweise der Constitution jener Säuren noch eine andere Betrachtung, welche sich auf die Entstehung dieser homologen Säuren aus der Reihe der ätherartigen homo-

---

[1]) *Kolbe*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 65, S. 271—288.

logen Halidbasen bezieht. Die generelle Formel der Halidbasen, des Methyloxyds, Aethyloxyds, Amyloxyds ist $= C_n H_n + {}_1 O$; die dieser Säuren war $C_n H_{n-1} O_3$; man hat die Entstehung der Säuren aus den correspondirenden Halidbasen meist durch einfache Aufnahme von 4 At. Sauerstoff und Abgabe von 2 At. Wasser erklärt z. B. die Umwandlung des Aethyloxyds in Essigsäure; allein es muss, wenn die obigen durch einfache Induction gewonnenen Schlüsse richtig sind, angenommen werden, dass z. B. bei der Umwandlung des Aethyloxyds in Essigsäure das Atomaggregat $C_2 H_2$ aus dem Radical des Aethyloxyds $C_4 H_5 O$ austritt, sich mit 4 At. hinzutretenden Sauerstoffs und dem 1 At. des Aethyloxyd zu Wasser und Oxalsäure vereinigt, welche verbunden mit dem Radical der nächst niedern Halidbasis, dem Methyl, die Essigsäure darstellt.

Amyloxyd giebt Valyloxalsäure:

$$(C_{10} H_{11}) O + 4 O = 2 HO + (C_8 H_9). C_2 O_3.$$

Valyloxyd giebt Metäthyloxalsäure:

$$(C_8 H_9) O + 4 O = 2 HO + (C_6 H_7). C_2 O_3.$$

Metäthyloxyd giebt Aethyloxalsäure:

$$(C_6 H_7) O + 4 O = 2 HO + (C_4 H_5). C_2 O_3.$$

Aethyloxyd giebt Methyloxalsäure:

$$(C_4 H_5) O + 4 O = 2 HO + (C_2 H_3). C_2 O_3.$$

Insofern die Oxalsäure dieser Auffassungsweise nach das eigentliche säuernde Princip der Körper dieser Gruppe ausmacht, beginnen wir die Darstellung der hieher gehörigen Stoffe mit der Oxalsäure.

Oxalsäure. $C_2 O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften: Diese Säure, auch Sauerkleesäure genannt, krystallisirt mit 3 At. Wasser in schiefen rhombischen Prismen, ist geruchlos, von scharf saurem Geschmack, verwittert an der Luft, indem sie 2 At. Wasser verliert, und zerfällt zu einem weissen Pulver; wird sie vorsichtig bis 150° bis 160° erhitzt, so sublimirt sie sich unzersetzt in spiessigen Krystallen; bei 170° zerfällt sie aber (oder bei schnellem Erhitzen der krystallisirten Säure auf 155°) in Kohlenoxyd und Kohlensäure, etwas Ameisensäure und Wasser; aufgelöst wird sie von 8 Th. kaltem und 1 Th. kochendem Wasser und 4 Th. Weingeist; ihre Lösungen röthen Lackmus stark. Aus den Lösungen des Goldoxyds oder Chlorids schlägt die Oxalsäure durch Kochen unter Kohlen-

säureentwicklung feinvertheiltes Gold als schwarzes Pulver nieder. Mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, zerfällt sie in Kohlenoxyd und Kohlensäure, ohne dass eine Färbung der Schwefelsäure bemerkt wird.

Zusammensetzung. Entsprechend der oben gegebenen Formel muss diese Säure, die übrigens im freien Zustande nicht ohne Wasser bestehen kann, in 100 Th. zusammengesezt sein aus:

Kohlenstoff	2 At.	=	26,667
Wasserstoff	3 „	=	53,333
Wasser	1 „	=	20,000
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 450,0; Sättigungscapacität derselben = 22,222.

Nur historisch erwähnen wir, dass man einerseits die Oxalsäure, um das Ueberwiegen ihrer Acidität über die der Kohlensäure zu erklären, als das Oxyd eines sauerstoffhaltigen Radicals, des Oxalyls = $C_2 O_2$, und andrerseits als eine Wasserstoffsäure = $C_2 O_4$. H betrachtet hat.

Verbindungen. Mit Alkalien lässt sich die Oxalsäure in drei Verhältnissen verbinden, in welchen der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure sich = 1 : 3, 1 : 6 und 1 : 12 verhält. Diese Salze sind in Wasser löslich; während alle übrigen oxalsauren Salze in Wasser unlöslich oder schwerlöslich sind; in Alkohol sind alle Oxalate unlöslich. Diese Salze verkohlen nicht beim Erhitzen; ihre Verbindungen mit den leichter reducirbaren Oxyden liefern dabei Kohlensäure und gediegenes Metall (z. B. $Co O. C_2 O_3 = 2 CO_2 + Co$), während die mit den schwerer reducirbaren Basen unter Entwicklung von Kohlenoxydgas in kohlensaure Salze verwandelt werden.

Oxalsaures Ammoniak, *neutrales oxalsaures Ammoniumoxyd*, $H_4 NO. C_2 O_3 + 2 HO$, durch Neutralisation der Oxalsäure mit kohlensaurem Ammoniak und Verdunstung der Lösung erhalten, krystallisirt in Nadeln, ist von salzigem Geschmack, verwittert an der Luft, löst sich schwerer in Wasser als freie Oxalsäure.

Oxamid, $C_2 H_2 NO_2$ (= $H_2 N. C_2 O_2$), wird theils durch trockne Destillation des oxalsauren Ammoniaks, theils durch Behandlung des neutralen oxalsauren Aethyloxyds mit Ammoniak erhalten. Es ist krystallinisch pulvrig, blendend weiss, ohne Geruch und Geschmack, löst sich in kaltem Wasser sehr wenig, in heissem etwas mehr; bei starkem Erhitzen zerfällt es in Wasser, Kohlenoxyd, Blausäure und etwas Harnstoff. Bei hinreichender Gegenwart von Wasser

ist eine sehr kleine Menge Oxalsäure im Stande, eine unendliche Menge Oxamids in oxalsaures Ammoniak umzuwandeln.

Oxaminsäure, $C_4 H_2 N O_5 . HO$, ist eine Säure, in welcher man Oxalsäure gepaart mit Oxamid annimmt ($C_2 H_2 N O_2 . C_2 O_3 . HO$); dieselbe entsteht durch trockne Destillation sauren oxalsauren Ammoniaks; sie stellt ein farb- und geruchloses, körniges Pulver dar, welches nicht eben leicht von Wasser gelöst wird und Lackmus röthet. Durch Erhitzen mit Schwefelsäure zerfällt sie in Ammoniak und Oxalsäure; ihre Salze sind sämmtlich löslich; ihre Baryt-, Kalk- und Silberoxydsalze wenigstens in siedendem Wasser.

Oxalsaurer Kalk, $Ca O . C_2 O_3$; dieser für die pathologische Chemie besonders wichtige Körper stellt ein weisses, geschmack- und geruchloses Pulver dar, welches aber bei der mikroskopischen Untersuchung sich aus einzelnen Krystallen bestehend zeigt; diese Krystalle, deren krystallographische Verhältnisse *C. Schmidt*[1]) besonders genau studirt hat, zeigen sich bei schwachen Vergrösserungen als briefcouvertförmige, scharf contourirte Körper, bei stärkern sind sie aber leicht als stumpfe Quadratoktaëder zu erkennen; doch finden sich unter diesen oft auch einige sehr spitze. Diese Krystalle enthalten 1 At. Wasser, welches sie erst bei 180° verlieren. In Wasser ist der oxalsaure Kalk so gut wie unlöslich; von Essigsäure und Oxalsäure wird er ebenfalls kaum angegriffen, von stärkern Mineralsäuren aber leicht aufgelöst.

Die beschriebenen Krystalle zeigt der künstlich dargestellte oxalsaure Kalk nur, wenn man sehr verdünnte Lösungen von Kalksalzen mit verdünnten Lösungen oxalsauren Alkalis kochend gemengt hat; ausserdem zeigt er sich unter dem Mikroskop nur in kugligen oder knolligen Massen. Mit Kochsalzkrystallen könnten die des oxalsauren Kalks vielleicht verwechselt werden, wenn die erstern sich nicht durch ihre Durchsichtigkeit und besonders durch ihre Löslichkeit in Wasser vor den letztern auszeichneten. Zuweilen vorkommende grössere Krystalle von oxalsaurem Kalk haben einige Aehnlichkeit mit Krystallen von phosphorsaurem Talkerdeammoniak, die in der Projection einem quadratischen Oktaëder gleichen; allein eine genauere mikroskopische Betrachtung und die Löslichkeit des Tripelphosphats in Essigsäure lässt dieses nicht mit oxalsaurem Kalk verwechseln. *Golding Bird*[2]) beschreibt auch Krystalle von oxalsaurem Kalk, die theils trommelschlägelförmig, theils wie zwei aneinander gelegte Wavellitdrusen erscheinen sollen.

Andere oxalsaure Salze haben bis jetzt kein physiologisches Interesse erregt.

Darstellung. Die Oxalsäure ist ein Endproduct der Oxydation der meisten thierischen und pflanzlichen Körper; sie kann daher aus

[1]) *C. Schmidt*, Entwurf einer allg. Untersuchungsmethode der Säfte und Excrete des thierischen Organismus, Mitau u. Leipz. 1846, S. 63—65.

[2]) *Golding Bird*, Lectures on the physical and pathological Characters of Urinary deposits, delivered at Guy's Hospital, Lond. 1843; übers. in der Handbibl. des Auslandes f. d. org.-chem. Richtung der Heilkunde, S. 66.

sehr verschiedenen Stoffen durch stark oxydirende Mittel dargestellt werden; am häufigsten gewinnt man sie durch Zerstörung des Zuckers mittelst nicht allzu concentrirter Salpetersäure, Abdampfen zur Krystallisation und Umkrystallisiren in Wasser.

Prüfung. Die Oxalsäure und ihre Salze sind so wohl charakterisirt, dass sie nicht füglich mit einer andern Säure verwechselt werden kann. Im thierischen Organismus dürfte die Oxalsäure kaum anders als an Kalk gebunden vorkommen, und daher wird sie hier bei einiger Uebung leicht durch das Mikroskop und die Unlöslichkeit der Kalkoxalatkrystalle in Essigsäure entdeckt werden können. Sollte eine weitere Untersuchung nothwendig erscheinen, so würde die Gegenwart der Oxalsäure durch die Eigenschaft, Gold aus seinen Lösungen zu reduciren, und weder im freien noch im gebundenen Zustande beim Erhitzen oder bei Anwendung von Schwefelsäure zu verkohlen, hinreichende Gewähr von ihrer Existenz geben. Von den meisten beigemengten Substanzen kann übrigens der oxalsaure Kalk entweder durch Essigsäure oder durch verdünnte Kalilauge getrennt werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. So häufig die Oxalsäure theils an Alkalien, theils an Kalk gebunden im Pflanzenreiche vorkommt (*Schleiden*[1], *Carl Schmidt*[2] und Andere), so selten kommt sie doch im thierischen Organismus, wenigstens in grössern Mengen vor. Sie findet sich hier nur an Kalk gebunden und erreicht nie eine solche Menge, dass sie neben dem oxalsauren Kalk auch an Alkalien gebunden wäre. Der oxalsaure Kalk findet sich aber weit häufiger in pathologischen Zuständen als in physiologischen.

Am häufigsten ist die Gegenwart von oxalsaurem Kalk im Harn beobachtet worden. Man hielt ihn hier lange Zeit für pathologisch; allein abgesehen davon, dass dieser Körper sich constant im Harne pflanzenfressender Thiere neben kohlensaurem Kalk vorfindet, so haben *Lehmann*[3]), *Höfle*[4]) und Andere denselben auch im normalen Menschenharn sehr häufig gefunden.

Im Morgenharn gesunder Menschen lassen sich zwar durch das Mikroskop häufig einzelne Krystalle von Kalkoxalat entdecken, allein diess ist nicht immer

---

[1]) *Schleiden*, Grundzüge der Botanik. 2. Aufl. 1846.

[2]) *C. Schmidt*, Entw. u. s. w. a. a. O.

[3]) *Lehmann*, R. Wagner's Wörterb. der Physiol. Bd. 2, S. 6.

[4]) *Höfle*, Chemie und Mikroskop am Krankenbette. Erlangen 1848. S. 385.

der Fall, auch ist der durch das Mikroskop in solchen Fällen erkennbare oxalsaure Kalk nicht aller im Harn enthaltene; denn derselbe pflegt erst nach einiger Zeit und zwar während der von *Scherer* so schön beschriebenen sauren Harngährung in grösserer Menge aufzutreten. Lässt man nämlich Morgenharn längere Zeit stehen, so findet man oft sehr viele jener Krystalle in einem Harn, in dem frisch keine Spur derselben zu entdecken war. Ein sehr gutes Mittel, sich von der Gegenwart oxalsauren Kalkes im normalen Harn zu überzeugen, ist, wenn man im Winter den frischen Harn zum Gefrieren bringt; es krystallisirt dann, wie aus Wein und Essig, ein grosser Theil des Wassers heraus, und nach Entfernung desselben bleibt eine concentrirte Salzlösung zurück, in welcher mikroskopisch Krystalle jenes Kalksalzes nachzuweisen sind. Dass der oxalsaure Kalk im filtrirten Harn erst wirklich aufgelöst ist, und nicht etwa, wie *C. Schmidt* meint, aus dem Blasenschleime hervorgeht, dafür spricht der von mir öfter wiederholte Versuch, dass in von Schleim und harnsaurem Natron abfiltrirtem, vorher völlig erkaltetem Harne nach einiger Zeit die deutlichsten Krystalle von oxalsaurem Kalk zu erkennen sind, während früher im Schleime des frischen Harns keine Spur wahrzunehmen war, und auch nach längerm Stehen des Residuums auf dem Filter mit Wasser sich keine solchen Krystalle bildeten. Der oxalsaure Kalk scheidet sich aus dem filtrirten Harne erst nach längerm Stehen neben wenigen Harnsäurekrystallen ab. Sehr leicht kann man sich auch von der Gegenwart oxalsauren Kalks als aufgelösten Körpers dadurch überzeugen, dass man den festen Rückstand filtrirten Harns mit nicht zu concentrirtem Spiritus auszieht, und das spirituöse Extract mit Aether schüttelt; nach der Extraction mit Aether ist im alkoholischen Extracte ein im Wasser unlösliches Sediment zu bemerken, welches aus den schönsten Kalkoxalatkrystallen besteht. Während bei der sauren Harngährung mit Vermehrung der freien Säure des Harns die Ausscheidung des Kalkoxalats zunimmt, wird dieses im letzteren Falle durch Entziehung der freien Säure ausgeschieden.

Der zu geringen Menge halber konnte früher von den Chemikern der oxalsaure Kalk im normalen Harn nicht nachgewiesen werden, da die gewöhnlichen chemischen Hülfsmittel dazu nicht ausreichten; doch haben gute Analytiker in dem unlöslichen Theile der Asche des Harnextracts stets etwas kohlensauren Kalk gefunden, der wenigstens theilweise seinen Ursprung dem oxalsauren Kalk verdankt.

Am häufigsten findet man Krystalle von oxalsaurem Kalk im Harn nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel, besonders solcher, die bereits oxalsaure Salze enthalten (*Wilson*[1]); *Donné* fand, dass nach dem Genusse von moussirenden Weinen die Menge jenes Salzes im Harn vermehrt werde; auch kohlensäurereiche Biere (Gose), so wie doppeltkohlensaure und organischsaure Alkalien bedingen meinen Erfahrungen nach eine vermehrte Ausscheidung oxalsauren Kalks.

---

[1]) *Wilson,* Schmidt's Jahrb. f. ges. Med. Bd. 53, S. 149.

Nicht bestätigen kann ich *Bird's* [1]) Behauptung, dass stickstoffreiche Nahrungsmittel Niederschläge oder auch nur eine Vermehrung von Kalkoxalat bedingten; oft wird es aber im Harn Schwangerer vermehrt gefunden (*Höfle* [2]).

C. Schmidt [3]), auf directe Versuche gestützt, läugnet den Uebergang genossenen oxalsauren Kalks, was ich vollkommen bestätigen kann, ohne dadurch zu der Behauptung geführt zu werden, dass die Nahrungsmittel ohne Einfluss auf die Entstehung dieses Körpers seien. In den Excrementen der Raupen findet man oft sehr viel oxalsauren Kalk, der nicht bloss unmittelbar aus den Ingestis herrührt, denn sehr oft fand ich [4]) denselben auch in den sogenannten Gallengängen dieser Thiere; diese Organe lassen sich sehr gut herauspräpariren und pressen dann vermöge ihrer Contractilität aus den Durchschnitten eine grosse Menge ihres Inhalts aus, der sich mikroskopisch sehr gut untersuchen lässt.

Was das Vorkommen des oxalsauren Kalks in gewissen krankhaften Zuständen betrifft, so sind über dasselbe von *Prout*, *Bird* und Andern sehr entschiedene Behauptungen aufgestellt worden, die jedoch noch mannigfacher Prüfung bedürfen. Zahlreiche Untersuchungen krankhaften Harns haben mich gelehrt, dass hier wenigstens weit seltener wahre Sedimente von oxalsaurem Kalk vorkommen, als es nach den englischen Autoren scheinen mag. Diese Untersuchungen haben mir folgende Resultate ergeben: bei irgendwie gestörtem Athmungsprocesse pflegen noch am häufigsten reichlichere Abscheidungen von oxalsaurem Kalk vorzukommen, am constantesten bei entweder schon ausgebildetem Lungenemphysem oder der nach öfter wiederholten Catarrhen eingetretenen Verminderung der Elasticität des Lungengewebes; dagegen bei weitem nicht so oft bei entzündlicher oder tuberculöser Affection der Lunge (*Höfle* [5]); ferner bei der Convalescenz von schweren Krankheiten, namentlich vom Typhus, wo sich zu dem an sich unbedeutenden Sedimente von oxalsaurem Kalk oft noch Schleimkörperchen gesellen; eigentliche reine Sedimente dieses Salzes fand ich nur bei drei Personen, die zuweilen (in ziemlich grossen Intervallen) an epileptischen Krämpfen litten. Keineswegs constant habe ich sie gefunden im Harn rhachitischer Kinder (*Simon* [6]), Erwachsener, die unter den Erscheinungen von sogenannten Gichtparoxysmen an

---

[1]) *Bird*, a. a. O. S. 70.
[2]) *Höfle*, a. a. O. S. 385.
[3]) *C. Schmidt*, a. a. O. S. 70.
[4]) *Lehmann*, Jahresber. d. ges. M. 1844. S. 25.
[5]) *Höfle*, a. a. O. Nachtrag S. 176.
[6]) *Simon*, Hufelands Journ. 1841, Dec., S. 73—88.

Osteoporose litten, mit weissem Fluss behafteter Frauen, Herzkranker und in saamenhaltigem (*Donné* [1]) Harne.

Bei sogenannten dispeptischen Zuständen, in denen *Prout* und *Bird* einstimmig ganze Sedimente von oxalsaurem Kalk gefunden haben, ist mir hier durchaus nichts dem ähnliches vorgekommen; die Sedimente des Harns solcher Kranken fand ich im Gegentheil meist frei von jenen Krystallen. Dass die Engländer aber überhaupt so häufig jenes Salz im Harne gefunden haben, mag wohl daran liegen, dass man in England (wie weiter unten weiter bemerkt werden wird) in der Regel einen concentrirtern Harn lässt, ein concentrirterer Harn aber, wie *Bird* sehr richtig bemerkt, oxalsauren Kalk schneller abscheidet, als ein wässeriger. Uebrigens wird jedem unbefangenen Beobachter die Erfahrung am Krankenbette lehren, dass dieses Erscheinen des oxalsauren Kalks im Harn keineswegs von jener Symptomengruppe begleitet ist, welche die englischen Forscher der sogenannten oxalsauren Diathese zuschreiben.

Dass die sogenannten maulbeerartigen Harnsteine grösstentheils aus oxalsaurem Kalk bestehen, ist eine längst bekannte Thatsache; aber auch die meisten andern Harnsteine, mögen sie der Hauptsache nach aus Erden oder harnsauren Salzen bestehen, enthalten fast immer etwas oxalsauren Kalk

Ausser im Harn hat man dieses Salz nur selten an andern Orten gefunden. *C. Schmidt* macht darauf aufmerksam, dass es oft im Schleime der Gallenblase und fast constant auf der Schleimhaut des schwangern Uterus vorkomme. Ob der von mir einigemal im Lungenauswurfe gefundene oxalsaure Kalk wirklich aus dem Lungenschleime oder aus Speiseresten der Mundhöhle herrührte, lasse ich unentschieden.

Ursprung. Da der Genuss vegetabilischer Nahrungsmittel, von denen viele oxalsaure Salze enthalten, eine Vermehrung des oxalsauren Kalks im Harne bedingt, so dürfte wohl der Schluss nicht zu gewagt sein, dass oxalsaure Salze aus den Nahrungsmitteln in den Harn übergehen. Allein die Quelle dieses Salzes dürfte wohl nicht lediglich in den präformirten oxalsauren Salzen zu suchen sein, sondern in dem Gehalt derselben an pflanzensauren Alkalien, welche für sich auch, wie oben erwähnt, eine Vermehrung des Kalkoxalats bedingen. In allen wohl constatirten Fällen, wie sie oben namhaft gemacht worden sind, dürfte aber wohl die Vermehrung des oxalsauren Kalks mit einem gestörten Athmungsprocesse verbunden sein. So ist es leicht erklärlich, warum nach dem Genusse kohlensäurereicher Getränke, doppeltkohlensaurer oder pflanzensaurer Alkalien Oxalsäure im Harn vermehrt gefunden wird; die überflüssig in's Blut übergeführte oder dort aus den

[1]) *Donné*, Cours de microsc. P. 249, 322.

organischsauren Salzen entstandene Kohlensäure muss der Aufnahme von Sauerstoff und der vollkommenen Oxydation gewisser Substanzen des Blutes hindernd in den Weg treten; daher auch bei theilweise gehemmtem Gasaustausch in den Lungen wegen Emphysems, Compression der Lunge in der Schwangerschaft u. dergl. die Menge des oxalsauren Kalks vermehrt gefunden wurde. Man könnte in solchen Fällen nach der vordem so beliebten Weise annehmen, dass die Nieren theilweise für die Lungen vicariirten, indem jene den von der letztern als Kohlensäure auszuscheidenden Kohlenstoff unter der Form von Oxalsäure aus dem Organismus entfernten.

Dass das Nervensystem trotz des Widerspruchs einiger Chemiker Einfluss auf die Oxydation im Blute hat, ist wohl nicht zu läugnen; daß bei epileptischen Krämpfen, bei Convalescenten u. dergl. beobachtete Vorkommen von oxalsaurem Kalk könnte daher wohl von der bei solchen Zuständen gestörten Ernährung oder Function des Nervensystemes und dessen vermindertem Einfluss auf den Athmungsprocess abzuleiten sein, ohne dass desshalb eine ganz besondere Diathese anzunehmen nothwendig ist.

Es muss überhaupt unpassend erscheinen, eine solche Diathese zu statuiren, da es dem Geiste einer rationellen Medicin völlig widerspricht, wenn man aus einem einzigen Symptome, welches doch nur das Vorkommen oxalsauren Kalks ist, sogleich eine besondere Krankheitsspecies construiren will.

Fussend auf *Wöhler's* und *Liebig's* Erfahrung, dass Harnsäure durch Bleihyperoxyd in Harnstoff, Allantoin und Oxalsäure zerfällt, hat man ziemlich allgemein angenommen, dass die Oxalsäure des Harns ihren Ursprung lediglich einer Oxydation der Harnsäure verdanke, wobei nur nicht, wie gewöhnlich im gesunden Organismus, die Oxalsäure in Kohlensäure verwandelt werde. Dass auf diese Weise die Entstehung der Oxalsäure zum Theil ihre Erklärung finde, ist wohl nicht in Abrede zu stellen, allein es giebt noch sehr viel andere Substanzen, die ebensogut wie Harnsäure im thierischen Organismus bis zu Oxalsäure oxydirt werden können. Ein bestimmtes Zahlenverhältniss zwischen Harnsäure, Harnstoff und oxalsaurem Kalk im Harn ist übrigens bis jetzt noch nicht nachzuweisen gewesen.

Eine sehr geistreich durchgeführte Ansicht über den Ursprung des oxalsauren Kalks im Harn hat *C. Schmidt*[1]); er glaubt nämlich, dass der Aussonderungsheerd dieses Stoffes in der Schleimhaut der Harnwege zu suchen sei; der oxalsaure Kalk entstehe erst durch Zersetzung des von den Schleimhäuten

[1]) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 60, S. 55 ff.

abgesonderten oxalsauren Albuminkalks durch die saure Harnflüssigkeit; oxalsaurer Kalk als unlöslicher Körper könne mit der Harnflüssigkeit in den Nieren unmöglich mehrfache Zellenreihen durchdringen; auch aus dem Gallenblasenschleime entstehe erst bei der Zersetzung desselben oxalsaurer Kalk. Mit dem oxalsauren Kalk finde man immer den Schleimgehalt des Harns vermehrt. Diese Gründe dünken uns indessen nicht schlagend genug, um die oben von uns ausgesprochene Ansicht mit der von *Schmidt* zu vertauschen, zumal da *Schmidt*[1]) selbst an einem andern Orte behauptet, dass der Harnstoff zum Theil an Oxalsäure gebunden sei.

Ameisensäure. $C_2 H O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure hat im Allgemeinen die oben beschriebenen Charactere der Säuren dieser Gruppe; sie bildet mit Wasser zwei vertschiedene Hydrate, wovon das erste bei $-1°$ erstarrt und bei $+99°$ siedet, spec. Gewicht $= 1{,}2353$, das zweite aber, 48,35% oder 2 At. Wasser enthaltend, noch nicht bei $-15°$ erstarrt und erst bei $+106°$ siedet, spec. Gewicht $= 1{,}1104$. Durch concentrirte Schwefelsäure wird sie in Wasser und Kohlenoxydgas zerlegt ($C_2 HO_3 = HO + 2\,CO$), Silber- und Quecksilberoxydsalze werden von ihr beim Erwärmen reducirt.

Zusammensetzung. Entsprechend der oben angezogenen Formel muss diese Säure in 100 Th. bestehen aus:

Kohlenstoff	2	At.	26,087
Wasserstoff	1	,,	2,174
Sauerstoff	3	,,	52,174
Wasser	1	,,	19,565
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfr. Säure $= 462{,}5$, Sättigungscapacität derselben $= 21{,}62$. Der oben auseinandergesetzten Theorie nach könnte die Ameisensäure als eine mit Wasserstoff gepaarte Oxalsäure angesehen werden $= H . C_2 O_3 + HO$. Sonst hat man gewöhnlich in ihr ein Radical, *Formyl* $= C_2 H$, angenommen und dieses in mehrern andern Verbindungen, z. B. im Chloroform, wiederzufinden geglaubt.

Verbindungen. Die Salze der Ameisensäure sind sämmtlich auflöslich; mit Alkalien bildet sie auch saure Salze.

Ameisensaures Ammoniak ist bekannt durch seine Eigenschaft,

---

[1]) *C. Schmidt*, Entwurf u. s. w. S. 47.

sich beim Erhitzen in Blausäure umzuwandeln ($H_4\,N\,O.\,C_2\,H\,O_3 = H.\,C_2\,N + 4\,HO$), und es mag daher die bei Zersetzungen thierischer Substanzen oft zum Vorschein kommende Blausäure wohl zunächst der vorangegangenen Bildung von ameisensaurem Ammoniak ihre Entstehung verdanken.

Es giebt Verbindungen, die ihrer empirischen Zusammensetzung nach als Ameisensäure betrachtet werden können, in denen der gesammte Sauerstoff derselben durch Chlor, Brom, Jod und Schwefel ersetzt ist; am bekanntesten darunter ist das zur Betäubung anstatt des Aethers benutzte *Chloroform*, *Formylsuperchlorid*, $C_2\,H\,Cl_3$.

Darstellung. Man gewann diese Säure früher meistens dadurch, dass eine grössere Parthie Ameisen mit Wasser oder Spiritus destillirt ward; aus dem Destillate, welches die Säure natürlich nur in höchst verdünntem Zustande enthielt, gewann man nach bekannten Methoden, durch Sättigen der Säure mit einer Basis und Zerlegung des krystallisirten Salzes mit Schwefelsäure, die Ameisensäure in wasserarmem Zustande. Da man jedoch später die Ameisensäure auch als Product der Oxydation vieler thierischer und vegetabilischer Substanzen kennen gelernt hat, so zieht man jetzt vor, sie als Product aus verschiedenen Stoffen mittelst Braunstein und Schwefelsäure, Chromsäure oder Uebermangansäure darzustellen. Am besten dürfte man sie aus 3 Th. Zucker und 1 Th. doppeltchromsaurem Kali gewinnen, indem man etwas Wasser und Schwefelsäure (2 At. $\ddot{S}$ auf 1 At. $\dot{K}\,\ddot{C}r_2$) zusetzt und destillirt.

Prüfung. Diese Säure wird leicht von andern Säuren durch ihre Flüchtigkeit, und von andern Säuren dieser Gruppe durch ihre Fähigkeit, Quecksilberoxyd und Silberoxyd zu reduciren, unterschieden; nur muss man sich erinnern, dass, wenn man durch Destillation eines Gemisches mit Schwefelsäure Ameisensäure erhält, diese erst durch Einwirkung der Schwefelsäure auf organische Substanzen oder auf bereits vorhandene Blausäure entstanden sein kann. Scheiden kann man sie von den übrigen Säuren dieser Gruppe durch fractionirte Destillation, da der Siedepunkt dieser Säure niedriger ist, als der aller andern homologen Säuren.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Man hat die Ameisensäure bis jetzt weit häufiger als Zersetzungsproduct vieler organischer Substanzen gefunden, z. B. auch bei der allmäligen Verwesung von Steinkohlen, als es gelungen

ist, sie als Educt aus thierischen Körpern zu erhalten. Mit Sicherheit ist sie eigentlich bis jetzt nur in den Ameisen (besonders Formica rufa) als präformirt nachgewiesen worden; indessen glauben *Bouchardat* und *Sandras* [1]) im Blute von Hunden, die sie längere Zeit mit Zucker gefüttert hatten, Ameisensäure gefunden zu haben. Nach *Scherer* [2]) kommen in dem sauren Safte des Fleisches neben Milchsäure, Inosinsäure und Phosphorsäure auch Ameisensäure, Essigsäure und mehrere andere Säuren dieser Gruppe vor.

Ursprung. So sehr gerade die Hauptprocesse im thierischen Organismus sich auf eine Oxydation begründen, und so oft dagegen bei künstlichen Oxydationen thierischer Substanzen Ameisensäure erzeugt wird: so selten stossen wir, wie gesagt, im Thierreiche auf diese Substanz; ja selbst rücksichtlich der Ameisen ist es wenigstens nicht ganz entschieden, dass sie die Ameisensäure wirklich erst erzeugen; denn man weiss, dass z. B. die Wachholderbeeren und die Nadeln mehrerer Pinusarten Ameisensäure enthalten und gerade diese Stoffe von den Ameisen sehr gesucht sind. Wir müssen diese Frage unentschieden lassen, da nur durch directe Versuche erwiesen werden kann, dass die Ameisen gerade so viel Säure aufnehmen, als sie liefern können.

Bouchardat und *Sandras* sind der Ansicht, dass die aus Stärkmehl und Zucker gebildete Milchsäure im Blute erst in Ameisensäure zerfalle, ehe ihre Elemente vollständig zu Wasser und Kohlensäure verbrannt werden.

Essigsäure. $C_4 H_3 O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Die Essigsäure hat die allgemeinen Charactere der Säuren dieser Gruppe. In ihrem wasserärmsten Zustande, als erstes Hydrat, ist sie unter + 16° eine krystallinische Masse, über + 16° ist sie flüssig und hat das spec. Gewicht = 1,080, siedet bei 117°,3; ihr zweites Hydrat, 2 At. Wasser enthaltend, hat das spec. Gewicht = 1,078 und siedet bei + 140°.

Wir werden von der Essigsäure und ihren Verbindungen nur das Wichtigste und auf die Thierchemie Bezügliche anführen, da die übrigen chemischen Verhältnisse der Essigsäure durchaus als bekannt aus der reinen Chemie vorausgesetzt werden müssen.

[1]) *Bouchardat* und *Sandras*, Compt. rend. F. 20, p. 1026 et 1085.

[2]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 196—201.

Zusammensetzung. Der obigen Formel nach besteht die Essigsäure aus:

Kohlenstoff	4 At.	40,000
Wasserstoff	3 „	5,000
Sauerstoff	3 „	40,000
Wasser	1 „	15,000
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 637,5; Sättigungscapacität derselben = 15,686. Schon *Berzelius* stellte noch vor *Kolbe* die Hypothese auf, dass die Essigsäure mit Methyl gepaarte Oxalsäure sei = $C_2 H_3 . C_2 O_3 . HO$. Bis dahin nahm man in der Essigsäure das Radical $C_4 H_3$ an und betrachtete das Aldehyd und die Aldehydsäure als niedere Oxydationsstufen desselben.

Verbindungen. Von sauren essigsauren Salzen kennt man nur ein Kalisalz; sonst ist die Essigsäure im Gegentheil sehr geneigt, mit den Oxyden der schweren Metalle basische Salze zu bilden.

Acetamid, $H_2 N . C_4 H_3 O_2 = C_4 H_5 N O_2$, wird aus Essigäther und Ammoniak dargestellt, bildet eine weisse, krystallinische, zerfliessliche Masse, die bei 78° schmilzt und bei 228° siedet; es schmeckt süsslich erfrischend; durch wasserfreie Phosphorsäure wird es in Cyanmethyl verwandelt, daher man es als blausauren Holzgeist ($C_4 H_5 N O_2 = C_2 H_3 O + H C_2 N + HO$) hat betrachten wollen.

Bei der trocknen Destillation der essigsauren Salze mit starken Basen bildet sich Aceton oder *Oenyloxydhydrat*, $C_6 H_5 O . HO$, das manche Aehnlichkeit mit den Alkoholen der Halidbasen darbietet.

Werden gleiche Theile essigsaures Kali und arsenige Säure in einer Retorte erhizt, so bildet sich jener bekannte Körper, den man Alkarsin oder Kakodyloxyd, $C_4 H_6 As O$, genannt hat, und der sich durch seinen ganz specifischen Geruch auszeichnet.

Darstellung. Die Methoden der Bildung und Gewinnung der Essigsäure sind so bekannt, dass wir sie hier füglich übergehen können.

Prüfung. Aus dem später zu erwähnenden vermeintlichen oder wirklichen Vorkommen der Essigsäure in thierischen Säften wird die Wichtigkeit der Prüfungsmethoden auf Essigsäure einleuchten.

Wie bei den meisten organischen Substanzen müssen wir auch bei der Essigsäure diese erst von den meisten beigemengten Substanzen trennen, ehe wir Prüfungsmittel auf dieselbe anwenden können. Diese Trennung ist verhältnissmässig leicht durch ihre Destillirbarkeit zu erzielen; sie kann daher nur mit flüchtigen ihr homologen oder nur

ähnliche Reactionen gebenden Säuren verwechselt werden. Von der Ameisensäure ist sie leicht zu trennen mittelst deren Zersetzbarkeit durch Quecksilberoxyd; eine Verwechselung mit dieser kann daher kaum stattfinden. Wie sie von den homologen Säuren, Metacetonsäure u. s. w. getrennt und unterschieden werden kann, wird bei den betreffenden Säuren angeführt werden. Hat man die Essigsäure durch Destillation und dann durch Krystallisation eines ihrer Salze möglichst getrennt, so sind etwa ausser der krystallographischen Untersuchung der Krystallformen nachfolgende Reactionen anzustellen: salpetersaures Quecksilberoxydul giebt aus einer nicht zu verdünnten Lösung des essigsauren Salzes anfangs keinen Niederschlag, nach kurzer Zeit bilden sich aber kleine Krystallflimmerchen, welche allmälig als fettglänzende Schüppchen in der Flüssigkeit niederschweben. Da die essigsauren Salze mit den mekonsauren und rhodanwasserstoffsauren (schwefelblausauren) die Eigenschaft gemein haben, mit Eisenoxydsalzen ziemlich intensiv rothe Lösungen zu geben, so könnte man sie in gemengten Flüssigkeiten mit einer dieser Säuren verwechseln; allein von der Mekonsäure ist die Essigsäure leicht durch die Löslichkeit ihres Kalksalzes (mekonsaurer Kalk ist in Wasser unlöslich) zu unterscheiden, von der Rhodanwasserstoffsäure aber leicht dadurch, dass die rothe Lösung des Eisenrhodanids mit Kaliumeisencyanid beim Erwärmen sehr bald Berlinerblau ausscheidet, was sonst bei keinem andern Eisenoxydsalze der Fall ist.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Aus der reinen Chemie ist bekannt, das Essigsäure sich bei verschiedenen Zersetzungsprocessen vegetabilischer Substanzen, bei der Gährung derselben sowie der trocknen Destillation bildet; wir werden sie aber weiter unten öfter als ein Oxydationsproduct mehrerer stickstoffreicher Thiersubstanzen auftreten sehen. Man hat sie früher viel häufiger in den thierischen Säften präformirt zu finden geglaubt, als sich später erwiesen hat. Daher in früherer Zeit der Streit zwischen *Gmelin* und *Berzelius*, von denen der erstere die in thierischen Flüssigkeiten vorkommende, lösliche Salze bildende Säure für Essigsäure, der letztere aber für Milchsäure hielt; *Gmelin* glaubte nämlich, dass die Flüchtigkeit der Essigsäure durch ihre Verbindung mit einer organischen Materie aufgehoben würde. Diese Frage ist endlich zu Gunsten von *Berzelius*' Behauptung entschieden worden.

Als normalen Bestandtheil habe ich sie in keinem der thierischen

Säfte nachzuweisen vermocht. *Scherer* hat sie jedoch neuerdings, wie bereits oben (S. 54) erwähnt, in dem Safte des Muskelfleisches neben andern Säuren dieser Gruppe gefunden. Im Magensafte mag sie bei perverser Verdauung öfter vorkommen; in einem Falle, wo nach dem Genusse von Vegetabilien und etwas Fleisch ohne beigemengten Essig das Ausgebrochene untersucht wurde, habe ich mich chemisch mit Bestimmtheit von der Anwesenheit der Essigsäure überzeugt. In solchen ausgebrochenen Massen ist sie übrigens von Andern öfter beobachtet, aber nicht immer mit hinlänglicher chemischer Sicherheit nachgewiesen worden, da einerseits Genuss von Essig oder Branntwein dem Erbrechen vorangegangen sein konnte, andrerseits aber noch eine Verwechslung mit Metacetonsäure und Buttersäure möglich war. Die Behauptung, dass bei der normalen Verdauung im Magen Weingeist in Essigsäure umgewandelt würde, wird bei der Betrachtung des Processes der Magenverdauung widerlegt werden.

Bouchardat und *Sandras* [1]) wollen im Blute solcher Thiere, welche mit Branntwein getränktes Futter erhalten hatten, einige Male Spuren von Essigsäure nachgewiesen haben.

Die Beantwortung der Frage, welche Umwandlung von aussen zugeführte Essigsäure im thierischen Organismus erleide, gehört in die eigentliche physiologische Chemie.

Ob die von *Scherer* in den Flüssigkeiten des Fleisches gefundenen Säuren dieser Gruppe aus der durch den Gebrauch untauglich gewordenen Fleischfaser hervorgegangen seien, oder aus der Zersetzung anderer Stoffe herrühren und im Muskelsafte nur isolirt worden sind, darüber müssen erst weitere Untersuchungen entscheiden.

Metacetonsäure. $C_6 H_5 O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, welche auch Butteressigsäure und Propionsäure genannt wurde, bildet im concentrirtesten Zustande eine farblose, ölige Flüssigkeit, die bei niederer Temperatur krystallinisch erstarrt, bei ungefähr 140° siedet, einen eigenthümlichen sauerkrautähnlichen Geruch hat und sonst die Charactere

[1]) *Bouchardat* und *Sandras*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér., T. 21, p. 448—457.

der Säuren dieser Gruppe an sich trägt; in wenig Wasser löst sie sich nicht vollständig auf, sondern bildet darin ölartige Tropfen.

Zusammensetzung: Der obigen Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	6 At.	48,649
Wasserstoff	5 At.	6,757
Sauerstoff	3 At.	32,432
Wasser	1 At.	12,162
		100,000

Atomgewicht der hypoth. wasserfreien Säure = 815,5, Sättigungscapacität derselben = 12,31.

Nach den oben citirten Untersuchungen Kolbe's kann oder muss diese Säure als Aethyloxalsäure betrachtet werden = $C_4 H_5 . C_2 O_3 . HO$.

Verbindungen. Mit Basen bildet diese Säure fettglänzende und zum Theil auch fettig anzufühlende, auflösliche Salze.

Metacetonsaurer Baryt krystallisirt in kleinen Rectangulär-oktaëdern oder rechtwinkligen Prismen mit schiefen Endflächen.

Metacetonsaures Silberoxyd bildet glänzend weisse Körner oder kleine Prismen, die am Lichte wenig verändert werden, in Wasser schwer löslich sind, beim Erhitzen schmelzen und endlich geräuschlos verglimmen.

Metacetonsaures Aethyloxyd geht mit Ammoniak in das farblose krystallinische Metacetamid, $H_2 N . C_6 H_5 O_2$ über, welches durch wasserfreie Phosphorsäure noch leichter als metacetonsaures Ammoniak in Cyanäthyl verwandelt wird.

Metaceton, $C_6 H_5 O$, kann nicht aus der Metacetonsäure erhalten werden, sondern wird durch Zersetzung eines Theils Zucker oder Stärkmehl mit 3 Theilen Aetzkalk erhalten; es bildet eine farblose, ölige, flüchtige Flüssigkeit, die von dem ihm isomeren Oenyloxyd wesentlich verschieden ist.

Metacetonsäurealdehyd, $C_6 H_5 O . HO$, ist bei der Oxydation stickstoffhaltiger Stoffe durch Schwefelsäure und Braunstein unter den Destillationsproducten von *Guckelberger* [1]) entdeckt worden; farblose, ätherartig riechende Flüssigkeit, spec. Gewicht = 0,79, siedet bei ungefähr 50°, mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbar, wird an der Luft allmälig sauer, reducirt aber Silberlösung nicht; es ist daher noch fraglich, ob diese Flüssigkeit den Aldehyden beizuzählen ist.

Darstellung. Die Metacetonsäure bildet sich bei den freiwilligen Zersetzungsprocessen vieler vegetabilischer Substanzen z. B. der Erbsen, Linsen, Gerberlohe, bei Einwirkung von Kalihydrat auf Zucker, Stärke, Gummi und dergl., auch bei der Gährung weinsauren

[1]) *Guckelberger*, Ann d. Ch. u. Pharm. Bd. 64 S. 46 ff.

Kalks in Berührung mit stickstoffhaltigen Körpern, bei der Zersetzung des Cyanäthyls durch kaustisches Kali; besonders wichtig für die Zoochemie ist aber die Entstehung dieser Säure durch Oxydation der Fette mittelst Salpetersäure (*Redtenbacher* [1]), durch Oxydation eiweissartiger Körper mittelst Chromsäure oder Schwefelsäure und Braunstein (*Guckelberger* [2]) und endlich durch Gährung des Glycerins, des bekannten Zersetzungsproductes der Fette, mittelst gewöhnlicher Hefe (*Redtenbacher* [3]). Am leichtesten und reinsten erhält man diese Säure entweder durch Destillation des Gährungsproductes aus Hefe und Glycerin oder durch Behandlung des Metacetons mit Chromsäure oder Kalihydrat; sonst stellte man sie gewöhnlich durch Erhitzen von 1 Th. Zucker mit 3 Th. Kalihydrat dar, wo sie aber von den gleichzeitig entstandenen Säuren: Oxalsäure, Ameisensäure und Essigsäure zu trennen ist.

Prüfung. Die Metacetonsäure muss zunächst von andern beigemengten, nicht flüchtigen organischen Substanzen durch Destillation getrennt werden, dann von etwa beigemengter Ameisensäure durch Quecksilberoxyd; ist Essigsäure neben der Metacetonsäure vorhanden, so bindet man am besten beide Säuren an Natron, wo dann beim Verdunsten der Salzlösung das essigsaure Salz früher krystallisirt, als das metacetonsaure. Das Bleisalz der Metacetonsäure ist nicht krystallisirbar, während bekanntlich essigsaures Bleioxyd sehr leicht krystallisirt. Wie diese Säure von den übrigen Säuren dieser Gruppe getrennt und unterschieden wird, ist bei den betreffenden Säuren nachzulesen. Da aber weder aus der Form der Salze, die krystallographisch noch keineswegs genau bestimmt sind, noch auch aus dem Siedepunkte der Flüssigkeit auf die Identität eines vorliegenden Stoffs mit Metacetonsäure geschlossen werden kann: so vermag nur die Elementaranalyse eines rein dargestellten Salzes die Gegenwart der Metacetonsäure wissenschaftlich zu erweisen.

Wir werden überhaupt im weitern Verlaufe der Zoochemie eine Menge Körper kennen lernen, die so wenig characteristische Eigenschaften haben, dass über ihre Gegenwart und über ihre Wesenheit nur die Elementaranalyse entscheiden kann. So oft auch das Verbrennungsrohr in der physiologischen Chemie gemissbraucht worden sein mag, so sehr sind wir doch überzeugt, dass Niemand die Zoochemie und physiologische Chemie fördern zu können sich schmeicheln darf, wenn er nicht mit den gebräuchlichen Methoden der Elemen-

---

[1]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59 S. 41 — 57.

[2]) *Guckelberger*, a. a. O.

[3]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57 S. 174 — 177.

taranalyse vertraut ist. Leider ist die physiologische Chemie lange genug in den Händen von chemischen Dilettanten gewesen, welche eine Elementaranalyse für ein grosses Kunststück ansahen, und auf die von ihnen selbst nicht erlangten Resultate der Elementaranalysen jene unglücklichen Fictionen begründet haben, derer sich die physiologische Chemie noch jetzt kaum erwehren kann.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Da die der Metacetonsäure homologen Säuren so häufig im thierischen Organismus wenigstens als Zersetzungsproducte gefunden wurden, so sollte man wohl erwarten, dass auch diese Säure wenigstens zuweilen im pathologischen Zustande des Organismus vorkomme; dazu kommt noch, dass einerseits die Metacetonsäure ihrer Zusammensetzung nach in einem sehr nahen Verhältnisse zu der im Thierkörper so häufig gefundenen Milchsäure steht (denn Metacetonsäure giebt mit 2 At. Sauerstoff Milchsäure: $C_6 H_5 O_3 . HO + 2O = C_6 H_5 O_5 . HO$), und dass andrerseits das Glycerin, von dem man nicht weiss, wo es bei der Zerstörung der Fette im Thierkörper hinkommt, sich so leicht in Metacetonsäure umwandelt (denn $C_6 H_7 O_5 - 1 HO = C_6 H_5 O_3 . HO$): allein leider ist die Metacetonsäure erst seit so kurzer Zeit den Chemikern bekannt geworden, dass nach ihr im thierischen Organismus noch wenig oder gar nicht gesucht worden ist.

Buttersäure. $C_8 H_7 O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure ist ölig flüssig, bei — 20° noch nicht fest und kann nur durch die von einem Gemeng condensirter Kohlensäure und Aether hervorgebrachte Kälte (— 113°) zum Erstarren in Krystallblättchen gebracht werden; sie verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr stark, kann aber erst bei 157° zum wirklichen Sieden gebracht werden; ihr spec. Gewicht ist bei + 0° = 0,9886; verbrennt entzündet wie ein ätherisches Oel.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	8	At.	54,545
Wasserstoff	7	-	7,955
Sauerstoff	3	-	27,273
Wasser	1	-	10,227
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure 987,5; Sättigungscapacität derselben = 10,126.

Nach *Kolbe's* schönen Untersuchungen lässt sich die Buttersäure als eine mit dem Kohlenwasserstoff $C_6 H_7$ gepaarte Oxalsäure betrachten, $= C_6 H_7 . C_2 O_3 . HO$.

Verbindungen. Die buttersauren Alkalien sind zerfliesslich und nicht krystallisirbar; die Verbindungen der Buttersäure mit Metalloxyden verlieren beim Erwärmen einen Theil ihrer Säure und riechen schon bei gewöhnlicher Temperatur darnach.

Buttersaurer Baryt, $\dot{B}a\ \overline{Bu} + 4\ \dot{H}$ krystallisirt in glatten fettglänzenden Prismen, die sich warzenförmig zusammengruppiren, verliert bei 100° noch nicht sein Krystallwasser, löst sich leicht in Wasser; auf Wasser in kleinen Stücken geworfen, geräth er gleich dem Campher in eine drehende Bewegung, bis er aufgelöst ist; er färbt übrigens rothes Lackmus blau.

Buttersaurer Kalk, $\dot{C}a\ \overline{Bu} + \dot{H}$, krystallisirt in feinen Nadeln; riecht nach Buttersäure, löst sich leicht in kaltem Wasser, scheidet sich aber beim Kochen fast vollständig wieder aus, giebt bei der trocknen Destillation mehrere ätherischen Oelen gleichende Körper, das *Butyron* $C_7 H_7 O$ und *Butyral* $C_8 H_8 O_2$.

Buttersaure Talkerde, $\dot{M}g\ \overline{Bu} + 5\ HO$, bildet weisse, der Borsäure ähnliche Blättchen.

Buttersaures Zinkoxyd zersetzt sich beim Kochen in ein stark basisches unlösliches Salz.

Buttersaures Kupferoxyd, $\dot{C}u\ \overline{Bu} + 2\ HO$, achtseitige, bläulichgrüne Prismen, riecht stark nach Buttersäure und verliert besonders bei 100° viel von derselben, schwerlöslich in Wasser.

Buttersaures Bleioxyd ist nicht krystallisirt, sondern nur syrupartig zu erhalten.

Buttersaures Silberoxyd bildet weisse, perlmutterglänzende Blättchen, fast unlöslich, verglimmt beim Glühen ohne Explosion.

Butyramid, $H_2 N. C_8 H_7 O_2$, aus buttersaurem Aethyloxyd mittelst Ammoniak erhalten, bildet farblose, luftbeständige, krystallinische Tafeln, von anfangs süsslichem, hintennach bitterm Geschmack, schmilzt bei 115° und ist bei höherer Temperatur unzersetzt sublimirbar; löslich in Wasser, Alkohol und Aether; durch wasserfreie Phosphorsäure wird es in sg. Butyronitril, $C_8 H_7 N$, verwandelt, dessen theoretische Formel nach Kolbe $= C_6 H_7 . C_2 N$ zu setzen ist. Dasselbe ist eine ölige Flüssigkeit von angenehm gewürzhaftem Geruche,

spec. Gewicht = 0,795, Siedepunkt = 118°,5; mit Kalium behandelt liefert es Cyankalium, Wasserstoff und einige Kohlenwasserstoffe.

Buttersäurealdehyd, $C_8 H_7 O. HO$, ist bis jetzt nur von *Guckelberger*[1]) in den Producten gefunden worden, welche durch Einwirkung von Braunstein und Schwefelsäure auf eiweissartige oder leimartige Stoffe entstehen. Farblose Flüssigkeit, spec. Gewicht = 0,8, Siedepunkt 68°, in Wasser wenig, in Alkohol und Aether leicht löslich, wird an der Luft leicht sauer, reducirt Silberlösung und bildet, gleich dem Essigsäurealdehyd, mit Ammoniak eine krystallisirbare Verbindung, $H_3 N. C_8 H_7 O. HO + 10$ Aq.

Buttersaures Glycerin haben *Pelouze* und *Gélis*[2]) dargestellt, indem sie Buttersäure und Glycerin mit concentrirter Schwefelsäure gelind erhitzten und aus dem Gemenge mittelst Wasser die neue Verbindung abschieden, oder indem sie durch ein Gemeng von Buttersäure und Glycerin Salzsäuregas leiteten; es scheidet sich dann durch Wasser ein gelbes in concentrirtem Alkohol und Aether lösliches Oel ab, welches durch Behandlung mit kaustischen Alkalien wieder in Buttersäure und Glycerin zerfällt. Ob dieser Körper mit dem in dem Fette der Milch vorkommenden, aber noch nicht isolirt dargestellten Butyrin (buttersaurem Lipyloxyd) identisch ist, lässt sich für jetzt nicht entscheiden, zumal da keine Elementaranalyse desselben angestellt worden ist.

Darstellung. Die Buttersäure, welche *Chevreul* zuerst in den Verseifungsproducten der Butter entdeckte, entsteht auch beim Ranzigwerden der Butter, findet sich unter den Zersetzungsproducten der Oelsäure bei der trocknen Destillation, besonders aber bei deren Behandlung mit rauchender Salpetersäure; sie bildet sich aber auch aus nicht fettigen, stickstoffhaltigen Materien, wie Eiweiss, Faserstoff, Leim bei deren Fäulniss oder Zersetzung durch stark oxydirende Körper; ganz unerwarteter Weise hat man sie aber auch entstehen sehen bei gewissen Gährungsprocessen stickstofffreier Körper: Stärkmehl und Zucker, wobei die stickstoffhaltigen Beimengungen nur als Fermente dienen. Milchsaurer Kalk geht bei Gegenwart stickstoffhaltiger Materie vollkommen in buttersauren Kalk über. Will man daher Buttersäure in grösserer Menge rein darstellen, so bedient man sich zu ihrer Gewinnung am besten der letztgenannten Bildungsweisen. Am einfachsten

---

[1]) *Guckelberger*, a. a. O.

[2]) *Pelouze* und *Gélis*, l'Institut No. 494.

verfährt man, wenn man Johannisbrot (die Früchte von Ceratonium Siliqua) oder Zucker mit saurer Milch und etwas Käse unter Zusatz von kohlensaurem Kalk einer Temperatur von 30° bis 35° so lange (5 bis 6 Wochen) aussetzt, als sich noch Gasentwicklung zeigt; die filtrirte Flüssigkeit versetzt man alsdann mit kohlensaurem Natron, wodurch kohlensaurer Kalk ausgefällt wird; die Lösung des buttersauren Natrons wird nun stark concentrirt und mit Schwefelsäure versetzt destillirt; durch geschmolzenes Chlorcalcium wird die Buttersäure schliesslich von Wasser und Essigsäure befreit.

Prüfung. Auch diese Säure muss erst durch Destillation von beigemengten, nicht flüchtigen Substanzen, z. B. Milchsäure, mit der sie nicht selten vorkommt, getrennt werden; in dem Destillate können sich nun die meisten dieser Gruppe zugehörigen Säuren befinden; wir erwähnen hier nur ihrer Trennung von den bereits beschriebenen Säuren: der Ameisensäure, Essigsäure und Metacetonsäure. Die erstere derselben ist vermöge ihrer oft erwähnten Eigenschaft, Oxyde edler Metalle zu reduciren, sehr leicht zu entfernen. Die Säuren sind dann an Natron zu binden, und durch Krystallisation lässt sich der grösste Theil des essigsauren Natrons entfernen; die Natronsalze der Mutterlauge zersetzt man dann durch ziemlich concentrirte Schwefelsäure, und hat nun in der Vorlage (neben ein wenig Essigsäure) Metacetonsäure und Buttersäure; von jenen kann die Buttersäure ziemlich gut durch fractionirte Destillation getrennt werden, indem das bei 140° übergehende nur essigsäurehaltige Metacetonsäure ist, bei 160° bis 165° aber erst die Buttersäure ziemlich rein übergeht. Wenn namentlich noch andere homologe Säuren zugegen sind, darf man sich bei dieser Darstellung nicht begnügen; denn auf den eigenthümlichen Geruch der Buttersäure kann man sich, so specifisch er auch zu sein scheint, durchaus nicht verlassen; man muss die Buttersäure in eines der oben beschriebenen buttersauren Salze verwandeln und nach der Vergleichung des dargestellten Salzes mit dem entsprechenden Salze reiner Buttersäure eine Elementaranalyse oder wenigstens eine Bestimmung des Atomgewichtes oder der Sättigungscapacität ausführen.

Das Atomgewicht der hypothetisch wasserfreien Buttersäure ist (da 8 At. Kohlenstoff = 600,0, 7 At. Wasserstoff = 87,5 und 3 At. Sauerstoff = 300 sind) = 987,5; haben wir nun z. B. in einem Barytsalze 49% Baryt und 51% Buttersäure gefunden, so muss sich 49 : 51 verhalten, wie das bekannte Atomgewicht des Baryts (= 955,3) zu dem Atomgewichte der Buttersäure (49 : 51 = 955,3 : x) = 994,4. Ganz auf derselben Bestimmung der Menge einer in einem Salze enthaltenen Base beruht die Berechnung der Sättigungscapacität, unter der man

bekanntlich die Zahl versteht, welche die Menge Sauerstoff ausdrückt, die von 100 Th. einer wasserfreien Säure in jeder Basis, mit der sie ein neutrales Salz bildet, verlangt wird. Die Sättigungscapacität der Buttersäure ist darnach $= 10{,}126$. Behalten wir das obige Beispiel als empirisches Resultat bei, so sättigen 49 $\dot{Ba} = 51\ \dot{\overline{Bu}}$ oder 100 $\dot{\overline{Bu}} = 96{,}076\ \dot{Ba}$; in letzterem sind aber $= 10{,}06$ Sauerstoff enthalten, was also ziemlich mit der erforderlichen Zahl übereinstimmt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. In den Magencontentis oder vielmehr in den wieder ausgebrochenen Nahrungsmitteln findet sich zuweilen eine widrig scharf oder ranzig riechende, flüchtige Säure, von der aber noch keineswegs erwiesen ist, dass sie Buttersäure sei. *Tiedemann* und *Gmelin* erhielten öfter aus der Magencontentis mit Hafer gefütterter Schaafe, Ochsen und Pferde durch Destillation buttersäureähnliche Flüssigkeiten. Da die Contenta des Magens in die essigsaure, und, wie wir später sehen werden, hauptsächlich auch in die milchsaure Gährung übergehen können, so liegt gerade nichts zu Auffallendes darin, dass sie auch in die Buttersäuregährung übergehen sollen: allein mit jener absoluten Gewissheit, welche bei physiologisch-chemischen Versuchen zu erlangen eben so nothwendig ist, wie bei allen andern naturwissenschaftlichen Forschungen, ist die Buttersäure selbst im abnormen Zustande in den Magencontentis noch nicht nachgewiesen worden.

Freie Buttersäure hat *Berzelius* schon längst im Harn nachgewiesen, allein dieselbe ist, wie auch *Berzelius* glaubte, darin nur selten zu finden. Im Harn Schwangerer und nicht stillender Wöchnerinnen habe ich einigemal Buttersäure oder wenigstens ein Fett gefunden, aus welchem durch Verseifung eine nach Buttersäure riechende, flüchtige Säure erhalten wurde.

In dem Schweisse, besonders in dem der Genitalien und untern Extremitäten wohlbeleibter Personen finden sich flüchtige, theils nach Buttersäure, theils nach andern Säuren dieser Gruppe riechende Stoffe von saurer Reaction. *Berzelius* hielt diese Säure für Buttersäure; nach dem jetzigen Stande unserer Kenntniss muss es aber zweifelhaft bleiben, ob im Schweisse nicht neben oder anstatt der Buttersäure die homologen kohlenstoffreichern Säuren vorkommen. Bei der Untersuchung des wässerigen Auszugs eines von einer Wöchnerin in den ersten Tagen nach der Niederkunft stark mit Schweiss getränkten Hemdes fand ich nur durch Verseifung eine ranzig riechende, flüchtige Säure.

In der Milch kommt bekanntlich unter den andern Fetten, wie Margarin und Elain, ein noch nicht rein dargestelltes Fett vor, welches bei der Verseifung Buttersäure, ausser dieser aber noch andere Säuren dieser Gruppe, nämlich: Capronsäure, Caprylsäure und Caprinsäure giebt. Zuerst hat *Chevreul*[1]) in seinem classischen Werke über die Fette, später *Bromeis*[2]) und zuletzt *Lerch*[3]) unter *Redtenbacher's* Leitung die besten Untersuchungen über diesen Gegenstand ausgeführt; allein die ursprüngliche Substanz, aus welcher alle diese Säuren hervorgehen, hat noch nicht in reinem Zustande isolirt werden können. Von dieser Buttersäure liefernden Substanz ist aber selbst in der Butter nur wenig enthalten. *Chevreul*[4]) erhielt aus 100 Th. ziemlich reinen Butyrins nur 7 Th. flüchtiger Fettsäuren; *Simon*[5]) und *Herberger*[6]) vermochten aus dem Fett der Frauenmilch nur höchst geringe Quantitäten flüchtiger Säuren zu erhalten.

Dass auch im Blute Fette vorkommen, die bei der Verseifung flüchtige Säuren liefern, davon kann sich jeder überzeugen, der grössere Mengen aus den Blutbestandtheilen gesammelten Fettes mit Aufmerksamkeit untersucht. Aus dem von einer Wöchnerin in den ersten Tagen nach der Geburt abgegangenen Blute erhielt ich durch Destillation mit verdünnter Schwefelsäure flüchtige Säuren, deren allgemeine Eigenschaften mit denen dieser Gruppe übereinstimmten.

Ursprung. Nach den oben angeführten Bildungsweisen der Buttersäure kann es nicht Wunder nehmen, dass dieselbe zuweilen in den ersten Wegen gefunden wird; sie kann und muss sich hier hauptsächlich aus den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrungsmittel bilden. Wenn man aber geglaubt hat, behaupten zu dürfen, dass die stärkmehl- und zuckerhaltigen Nahrungsmittel sich in den ersten Wegen in Buttersäure umwandelten und auf diese Weise die erste Anlage zur Fettbildung lieferten, so ist dies eine Fiction, die mögliche Bildung des Fettes im Allgemeinen zu versinnlichen; allein wenn wir wissenschaftlich verfahren wollen, so müssen wir dies eben nur für eine Fiction halten, der es zur Zeit an jedem wissenschaftlichen Beweise fehlt. Denn noch ist es Niemandem gelungen, weder in den ersten Wegen,

---

[1]) *Chevreul*, Recherches sur les corps gras.
[2]) *Bromeis*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42, S. 46 ff.
[3]) *Lerch*, ebendas. Bd. 49, S. 212 ff.
[4]) *Chevreul*, a. a. O. p. 195.
[5]) *Fz. Simon*, Frauenmilch. S. 41.
[6]) *Herberger*, Brandes Arch. Bd. 20, C. 3.

noch im Chylus Buttersäure nachzuweisen; noch weiss man nicht, was aus den andern Elementen, die bei Umwandlung des Stärkmehls in Buttersäure eliminirt werden, geworden ist, und endlich hat chemisch genommen die Buttersäure keinen grössern Anspruch auf den Namen einer Fettsäure, als Essigsäure und Ameisensäure. Uns wenigstens dünkt der Schluss nicht wohl gerechtfertigt: Stärkmehl müsse durch Buttersäurebildung in Fett übergehen, weil zufällig die Buttersäure zuerst aus einem (sehr selten vorkommenden) Fette dargestellt worden ist (während diese Säure ebenso leicht aus eiweissartigen Körpern und in noch weit grösserer Menge aus Leim erzeugt wird).

Weit mehr spricht wohl für die Ansicht, nach welcher die im Blute, im Schweisse und Harn gefundene Buttersäure als ein Zersetzungsproduct anzusehen ist, entstanden durch das Zerfallen stickstoffhaltiger thierischer Materien unter Hülfe des in den Säften gelösten Sauerstoffs (nach Art der oben aus denselben Stoffen durch künstliche Mittel erzeugten Säurebildung) oder wahrscheinlicher noch durch eine allmälige Oxydation einzelner Kohlenwasserstoffatome der Fette. Die letztere Ansicht ist auch nur eine Hypothese: allein die einfachste Induction unterstützt dieselbe. Die Fette sind fast sämmtlich Verbindungen von Fettsäuren mit einer Halidbasis, Glycerin oder Lipyloxyd; diese Säuren sind aber denjenigen dieser Gruppe so ähnlich constituirt, dass ihnen dieselbe generelle Formel $= C_n H_{n-1} O_3 . HO$ zukommt, nur mit dem Unterschiede, dass die ihnen zugehörigen Kohlenwasserstoffe nur durch höhere Atomzahlen auszudrücken sind (z. B. Margarinsäure $= C_{34} H_{33} O_3 . HO$). In dem complicirten Oxydationsapparate, den wir im thierischen Organismus erkennen, werden die Fette nicht, wie das Oel aus dem Dochte der Lampe, verbrennen, sondern sie werden einer höchst allmäligen Oxydation unterliegen, wie uns auch die directe Erfahrung lehrt, durch die wir eine sehr grosse Anzahl Fettsäuren von den verschiedensten polymeren Kohlenwasserstoffen oder, wenn man will, von den leisesten Oxydationsübergängen kennen gelernt haben. Wir können uns, gestützt auf die bei dieser Säuregruppe gemachten Erfahrungen, vorstellen, dass bei der allmäligen Oxydation dem Radicale der Margarinsäure immer je $C_2 H_2$ entzogen werden, und dass diese allmählige Entziehung des Kohlenwasserstoffs bald schneller, bald langsamer vor sich gehe, so dass wir auf Kohlenwasserstoffverbindungen niederer Ordnung bei unsern Untersuchungen stossen, die dann schrittweise in die Kohlenwasserstoffe der Säuren dieser Gruppe übergehen. Wie das Radical $C_4 H_5$ der Aethyloxalsäure

in Methyloxalsäure übergeht, so dürfen wir wohl glauben, dass das der Margarinsäure in Cetylsäure umgewandelt werde. Eine allmälige Entkohlung der Fette muss im thierischen Organismus statt finden; für eine andere Entkohlungsweise, als die angeführte, giebt uns die Wissenschaft zur Zeit wenigstens keinen Anhaltspunkt. Wir halten die Buttersäure und die ihr analogen Säuren, insofern sie im Thierkörper vorkommen, für Producte der regressiven Stoffmetamorphose, während sich in den verschiedenen Fettsäuren des Pflanzenreichs die allmälige Progression fast Schritt für Schritt bis zur Margarinsäure verfolgen lässt.

Baldriansäure. $C_{10}\ H_9\ O_3$. HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure theilt die allgemeinen Eigenschaften dieser Gruppe, hat den bekannten eigenthümlichen Geruch und scharf brennenden Geschmack, macht auf der Zunge einen weissen Fleck, erstarrt noch nicht bei — 15°, siedet bei 176°, löst sich in 26 Th. Wasser; bildet mit Wasser noch ein zweites Hydrat $= \overline{Va}\ H_3$.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	10 At.	58,824
Wasserstoff	9 „	8,823
Sauerstoff	3 „	23,530
Wasser	1 „	8,823
		100,000

Atomgewicht der hypothetisch wasserfreien Säure = 1162,5; Sättigungscapacität derselben = 8,602. Nach *Kolbe's* Hypothese ist ihre theoretische Formel $= C_8\ H_9 . C_2\ O_3 . HO$.

Verbindungen. Die baldriansauren Salze sind meist auflöslich; ausser den nicht krystallisirbaren Alkalisalzen krystallisiren die meisten in perlmutterglänzenden, dem Cholesterin oder der Borsäure ähnlichen Blättchen; sie schmecken süsslich, aber zugleich baldrianartig; durch Essig- und Bernsteinsäure, aber nicht durch Benzoesäure, wird die Baldriansäure aus ihren Salzen ausgetrieben. Das *Kalksalz* verwittert an der Luft; das *Zinksalz* löst sich in 160 Th. Wasser und in 60 Th. Weingeist; die wässerige Lösung desselben trübt sich beim Erwärmen, wird aber beim Erkalten wieder klar, röthet übrigens Lackmus. Das *Silbersalz* ist sehr schwerlöslich.

Valeronitril, $C_{10} H_9 N$ (oder $C_8 H_9 . C_2 N$) wurde zuerst von *Schlieper* [1]) bei der Oxydation des Leimes durch Chromsäure entdeckt, kann aber auch aus baldriansaurem Ammoniak oder Valeramid ($H_2 N . C_{10} H_9 O_2$) durch wasserfreie Phosphorsäure erhalten werden. Es ist ein dünnflüssiges, farbloses, stark lichtbrechendes Oel, riecht wie Faulbaumblätter, schmeckt brennend gewürzhaft, spec. Gewicht = 0,81, siedet bei 125°, leicht entzündlich, in Wasser, Alkohol und Aether löslich, giebt mit Kalium behandelt, Cyankalium, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe.

Valeral, $C_{10} H_{10} O_2$, entsteht durch trockne Destillation baldriansauren Baryts; leichtflüssiges, entzündliches Oel, welches an der Luft leicht in Baldriansäure übergeht.

Darstellung. Präformirt findet sich diese Säure in einigen Pflanzen, jedoch stellt sie sich, gleich den vorhergehenden Säuren, als ein nicht ungewöhnliches Zersetzungsproduct vegetabilischer und animalischer Substanzen dar; aus dem Fuselöl (Amyloxydhydrat) entsteht sie ganz in derselben Weise, wie die Essigsäure aus dem Alkohol (Aethyloxydhydrat); aus dem Baldrianöl durch einfache Oxydation unter Vermittlung von Alkali; aus Fetten bildet sie sich neben andern Säuren dieser Gruppe durch Oxydation mittelst rauchender Salpetersäure (*Redtenbacher* [2]), aus thierischen stickstoffhaltigen Substanzen ebensowohl durch Fäulniss (*Iljenko* und *Laskowski* [3]) als durch Zersetzung mit stark oxydirenden Mitteln (*Schlieper* [4], *Guckelberger* [5], *Liebig* [6]); Leucin verwandelt sich endlich durch Aetzkali oder Fäulniss unter Entwicklung von Ammoniak und Wasserstoff nur in Baldriansäure.

Gewinnen kann man sie rein am leichtesten durch Einwirkung von Platinschwarz und atmosphärischer Luft auf Kartoffelfuselöl.

Prüfung. Bei den meisten Bildungsweisen dieser Säure kommt sie mit andern Säuren dieser Gruppe gemengt vor; man kann auch sie ebensowenig wie die homologen Säuren unmittelbar in dem Gemeng etwa durch ein besonderes Reagens nachweisen; sie muss daher vor ihrer genauern Untersuchung von jenen Säuren getrennt werden. Da ihr Siedepunkt so hoch liegt, so kann sie leicht von den erstern der hier

---

[1]) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 1—32.
[2]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 41—57.
[3]) *Iljenko* und *Laskowski*, ebendas. Bd. 55, S. 78—95 u. Bd. 63, S. 264—273.
[4]) *Schlieper*, ebendas. Bd. 59, S. 375—378.
[5]) *Guckelberger*, ebendas. Bd. 64, S. 50.
[6]) *Liebig*, ebendas. Bd. 57, S. 127—129.

beschriebenen Säuren durch fractionirte Destillation getrennt werden; sie wird nur mit Buttersäure verunreinigt bleiben, von der sie ziemlich gut durch Krystallisation der Barytsalze getrennt wird; die verschiedene Form dieser Salze lässt sie leicht von einander unterscheiden und sonach auch trennen. Dann aber ist auch mit dem dargestellten baldriansauren Salze die Elementaranalyse oder Atomgewichtsbestimmung zu machen, da sie namentlich sehr leicht mit einigen später zu beschreibenden Säuren verwechselt werden kann.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Obgleich diese Säure sich so leicht und auf so verschiedenen Wegen aus thierischen Substanzen erzeugen lässt, so ist sie doch noch nirgends im thierischen Organismus präformirt gefunden worden; im Allgemeinen ist aber die bis jetzt durchgehends constatirte Beobachtung auffällig, dass die Säuren dieser Gruppe, deren Kohlenstoffgehalt nur durch 2, aber nicht durch 4 theilbar ist, nicht im thierischen Organismus gefunden werden.

Wir werden daher dieser Säuren in dem Folgenden nur insofern Erwähnung thun müssen, als sie zuweilen als Producte künstlicher Zersetzung thierischer Substanzen auftreten.

Capronsäure. $C_{12} H_{11} O_3 . HO$.

Eigenschaften. Ziemlich dünnflüssiges Liquidum, von schweissartigem Geruche, spec. Gewicht bei $+ 26^\circ = 0{,}922$, ist bei $- 9^\circ$ noch flüssig, siedet bei 202°, löst sich ziemlich schwer in Aether.

Zusammensetzung. Ihrer Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	12 At.	62,069
Wasserstoff	11 „	9,483
Sauerstoff	3 „	20,689
Wasser	1 „	7,759
		100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 1337,5; Sättigungscapacität = 7,476. Die hypothetische Zusammensetzung dieser Säure würde sich nach *Kolbe* als Amyloxalsäure $= C_{10} H_{11} . C_2 O_3 . HO$ betrachten lassen.

Verbindungen. Die capronsauren Salze schmecken und riechen der Säure ähnlich, sind meist in Wasser löslich und krystallisirbar. Das *Barytsalz* krystallisirt in langen, büschelförmig vereinigten, seiden-

glänzenden Nadeln, ist wasserfrei und luftbeständig; das *Silbersalz* ist nicht krystallisirbar, sehr schwer löslich.

Darstellung. Gleich der Buttersäure bildet sich diese Säure nicht blos bei der Verseifung oder dem Ranzigwerden der Butter, sondern auch bei Zersetzung der Oelsäure durch rauchende Salpetersäure, oder eiweissartiger Körper durch Braunstein oder doppeltchromsaures Kali und Schwefelsäure. In den Destillationsproducten verseifter Butter ist die Capronsäure gemengt mit Buttersäure, Caprylsäure und Caprinsäure; man trennt diese Säuren durch Krystallisation ihrer Barytsalze. Die trockne Barytsalzmasse wird nämlich mit 5 bis 6 Th. Wasser ausgekocht, worin sich das buttersaure und capronsaure Salz auflösen, während die Salze der Capryl- und Caprinsäure ungelöst bleiben. Aus jener Lösung schiesst zuerst capronsaurer Baryt an, aus welchem die Säure leicht isolirt werden kann.

Prüfung. Der capronsaure Baryt krystallisirt nicht nur eher als der buttersaure, sondern auch früher als der baldriansaure, sobald solcher vorhanden; der capronsaure Baryt bildet kleine, aus mikroskopischen Prismen bestehende Drusen, während der baldriansaure, wie bereits erwähnt, in cholesterinartigen Blättchen erscheint. Diese Trennung der Capronsäure von den ihr nahe stehenden Säuren ist indessen theoretisch leichter einzusehen, als praktisch auszuführen. Besondere Mittel, sich von der Anwesenheit der Capronsäure zu überzeugen, giebt es ausser Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmung nicht.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Von dem Vorkommen der Capronsäure im thierischen Organismus gilt ganz dasselbe, was wir oben von der Buttersäure bemerkt haben. Ihr eigenthümlicher Schweissgeruch macht es allerdings nicht unwahrscheinlich, dass sie im Schweisse vorkomme, allein erwiesen ist dies noch nicht. Im Urin und in den Magencontentis hat sie, soviel bekannt, noch Niemand gesucht. Von der in der Milch und wahrscheinlich auch im Blute enthaltenen fetten Substanz, aus der sie durch Verseifung hervorgebracht wird, gilt das bei der Buttersäure bemerkte.

Oenanthsäure. $C_{14} H_{13} O_3$. HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Farbloses, ölartiges Liquidum, von schwacharomatischem Geruche und Geschmacke, siedet bei ungefähr 215°,

lässt sich aber nicht völlig unzersetzt destilliren, löst sich schwer in Wasser, verbrennt entzündet mit klarer, rusender Flamme.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	14 At.	64,615
Wasserstoff	13 „	10,000
Sauerstoff	3 „	18,462
Wasser	1 „	6,923
		100,000

Atomgewicht der hypothetisch wasserfreien Säure = 1512,5; Sättigungscapacität derselben = 6,611. Rationelle Formel = $\dot{C}_{12}$ H_{13}. C_2 O_3. HO.

Verbindungen. Ausser den Alkalisalzen sind die meisten Salze dieser Säure schwerlöslich; dieselben bilden meist cholesterinartige Blättchen; übrigens ist diese Säure sehr geneigt, saure Salze zu bilden. Das *Barytsalz* krystallisirt in perlmutterglänzenzen Schuppen, die in Wasser und Alkohol löslich sind.

Oenanthylige Säure, C_{14} H_{13} O_2. HO, früher auch Oenanthsäure genannt, findet sich an Aethyloxyd gebunden in manchen Fuselölen, besonders dem des Weines. Ob sie wirklich als niedrigere Oxydationsstufe der Oenanthsäure oder als besondere Säure anzusehen ist, lässt sich für jetzt nicht entscheiden.

Oenanthal, Aldehyd der Oenanthsäure, C_{14} H_{14} O_2, wird durch einfache Destillation des Ricinusöls gewonnen; es oxydirt sich gleich andern Aldehyden an der Luft leicht in die entsprechende Säure und geht auch mit Ammoniak eine obwohl ziemlich lose Verbindung ein.

Darstellung. Diese Säure, welche früher von *Laurent*, der sie unter den Oxydationsproducten der Oele entdeckte, *Azoleinsäure* genannt wurde, wird bei der Zersetzung des Wachses, der Oelsäure, besonders aber des Ricinusöls durch concentrirte Salpetersäure neben andern Säuren dieser Gruppe gebildet. Bei Benutzung des Ricinusöls erhält man sie jedoch allein, so dass sie nur noch an Baryt gebunden und durch Umkrystallisiren dieses Salzes vollkommen gereinigt werden kann.

Prüfung. Da das Barytsalz dieser Säure früher als capronsaurer Baryt und später als caprylsaurer, und zwar in Blättchen anschiesst, während die beiden letztern Barytsalze zu Warzen gruppirte Nädelchen bilden, so ist ein Mittel gegeben, diese Säure von den ihr zunächst stehenden wenigstens gröblich zu scheiden. Ohne Elementaranalyse oder Atomgewichtsbestimmung jedoch keine Sicherheit über ihre wirkliche Gegenwart.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Wie bereits erwähnt, ist diese Säure für die thierische Physiologie nur insofern von Interesse, als sie eines der Oxydationsproducte der Fette ist; es gilt daher hier das von dem Vorkommen der Baldriansäure gesagte, nur mit dem Bemerken, dass diese Säure nicht wie jene auch bei Zerstörung stickstoffhaltiger Atomencomplexe entsteht.

Caprylsäure. $C_{16} H_{15} O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure ist bei gewöhnlicher Temperatur eine weiche, halbflüssige Masse, die unter + 10° in Nadeln krystallisirt, bei 236° siedet, nach Schweiss riecht, säuerlich scharf schmeckt, in Wasser schwerlöslich ist und sich entzünden lässt.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	16 At.	66,667
Wasserstoff	15 „	10,416
Sauerstoff	3 „	16,667
Wasser	1 „	6,250
		100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 1687,5; Sättigungscapacität derselben = 5,926. Rationelle Formel: $C_{14} H_{15} . C_2 O_3 . HO$.

Verbindungen. Die Salze dieser Säure sind meist schwerer löslich, als die entsprechenden der vorherbeschriebenen Säuren. Ihr *Barytsalz* erscheint meist in mohngrossen, weissen Körnern, ist wasserfrei, luftbeständig, schmilzt bei 100° noch nicht. Das *Silbersalz* ist weiss, fast unlöslich, das *Bleisalz* sehr schwerlöslich.

Caprylon, $C_{15} H_{15} O$, wurde von *Guckelberger* [1]) unter den Producten der trocknen Destillation des caprylsauren Baryts entdeckt, krystallisirt in feinen, seidenglänzenden Nadeln, ist aber geschmolzen eine dem chinesischen Wachse ähnliche, vollkommen weisse, bei 40° schmelzende, bei 38° erstarrende und bei 178° siedende Substanz, geschmacklos, von wachsartigem Geruch, leichter als Wasser, unlöslich in demselben, leichtlöslich in starkem Alkohol, Aether und ätherischen so wie fetten Oelen. Mit Salpetersäure von 1,4 spec. Gew. giebt es ein saures, stickstoffhaltiges Oel (*Nitrocaprylonsäure?*).

Darstellung. Diese Säure hat man als Verseifungsproduct der Butter und als Oxydationsproduct der Oelsäure durch Salpetersäure

[1]) *Guckelberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 201—6.

kennen gelernt; da sie im letztern Falle noch mit mehr Substanzen gemengt vorkommt, so gewinnt man sie am besten durch Umkrystallisiren der Barytsalze der flüchtigen Säuren der Butter. Bei der Capronsäure ist bereits erwähnt, dass die trockne Masse der Barytsalze aller vier Säuren durch Behandlung mit 5 bis 6 Th. Wasser in je 2 Theile zerfällt, einen gelösten Theil, der buttersauren und capronsauren, und einen ungelösten, der caprylsauren und caprinsauren Baryt enthält. Wird nun der ungelöste Theil dieser Barytsalze in kochendem Wasser gelöst und noch heiss filtrirt, so scheidet sich der meiste caprinsaure Baryt aus, während der caprylsaure gelöst bleibt; zur vollkommenen Reinigung muss natürlich das erhaltene Barytsalz noch mehrmals umkrystallisirt werden, ehe man die Säure daraus abscheidet.

Prüfung. Diese beruht lediglich auf der eben angeführten Scheidung der Caprylsäure von den andern Säuren und nachmaliger Bestimmung des Atomgewichtes.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Von diesem gilt vollkommen dasselbe, was bereits bei der Butter- und Capronsäure bemerkt worden ist.

Pelargonsäure. $C_{18} H_{17} O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Oelige, farblose Flüssigkeit, welche bei niederer Temperatur erstarrt, bei $+10^{\circ}$ aber wieder flüssig wird; sie ist von schwachem, der Buttersäure ähnlichem Geruche, in Wasser fast unlöslich, ertheilt aber demselben saure Reaction, siedet bei ungefähr 232°.

Zusammensetzung. Obiger Formel entsprechend besteht sie aus:

Kohlenstoff	18 At.	68,350
Wasserstoff	17 „	10,760
Sauerstoff	3 „	15,190
Wasser	1 „	5,700
		100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 1862,5; Sättigungscapacität = 5,369. Rationelle Formel = $C_{16} H_{17} . C_2 O_3 . HO$.

Verbindungen. Das Barytsalz dieser Säure krystallisirt ähnlich dem baldriansauren und önanthsauren Baryt in glänzenden Schuppen, enthält kein Krystallwasser, ist luftbeständig und schwerer löslich

als öenanthsaurer und caprylsaurer Baryt, aber etwas leichter als caprinsaurer.

Darstellung. Da sich diese Säure in den Blättern von Pelargonium roseum findet, ohne Beimengung anderer flüchtiger Säuren, so dürfte deren Darstellung aus dem Rosenkraute empfehlenswerther sein, als die aus den Zersetzungsproducten der Oel- und Choloïdinsäure durch Salpetersäure, unter denen sie *Redtenbacher* [1]) zuerst gefunden hat. *Gerhardt* [2]) hat diese Säure auch durch Oxydation des Rautenöls (C_{20} H_{19} O_1) mittelst Salpetersäure dargestellt.

Prüfung. Durch Krystallisation ihres Barytsalzes muss diese Säure zur Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmung vorbereitet werden.

Physiologisches Verhalten.

Von diesem gilt ganz dasselbe, was oben von dem der Oenanthsäure gesagt worden ist.

Caprinsäure. C_{20} H_{19} O_3. HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Im reinen Zustande ist diese Säure noch wenig bekannt; die früher so genannte Caprinsäure war ein Gemeng dieser Säure mit der Caprylsäure. Sie bildet eine weiche, fettig anzufühlende Masse, welche bei + 30° schmilzt und dabei einen schwachen Bockgeruch verbreitet, löst sich etwas in Wasser, scheidet sich aber beim Abkühlen daraus in glänzenden Krystallflimmern ab, hat unter allen Säuren dieser Gruppe den höchsten Siedepunkt, der aber immer noch weit unter 300° fällt.

Zusammensetzung. Obiger Formel zufolge besteht sie aus:

Kohlenstoff	20 At.	69,767
Wasserstoff	19 „	11,046
Sauerstoff	3 „	13,954
Wasser	1 „	5,233
		100,000

Atomgewicht der hyp. trocknen Säure = 2037,5; Sättigungscapacität derselben = 4,909; rationelle Formel = C_{18} H_{19}. C_2 O_3. HO.

---

[1]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 41—57 u. Bd. 57, S. 170—174.

[2]) *Gerhardt*, Ann. de Ch. et de Phys. T. 24, p. 112 116.

Verbindungen. Die Salze dieser Säure sind die schwerstlöslichen aller Säuren dieser Gruppe. Das Barytsalz krystallisirt in feinen fettglänzenden Nadeln, ohne Wasser, luftbeständig.

Rautenöl, C_{20} H_{19} O, das ätherische Oel der Ruta graveolens könnte als wasserfreies Aldehyd der Caprinsäure angesehen werden; es wird in der That auch durch Salpetersäure in Caprinsäure umgewandelt; bei weitrer Einwirkung der Säure aber in Pelargonsäure.

Darstellung. Dieselbe ergiebt sich aus dem, was über die Darstellung der Caprylsäure gesagt worden ist.

Prüfung. Diese läuft ebenfalls darauf hinaus, nach der bei der Caprylsäure angegebenen Methode ein reines Salz darzustellen und dasselbe zu analysiren. Indessen hat *R. Wagner* [1]) eine Methode gefunden, diese Säure auch in dem Gemenge mit andern Stoffen nachzuweisen; sie scheint nämlich immer von ihrem Aldehyd begleitet zu sein erhitzt man nämlich ein solches mit concentrirter Schwefelsäure, so entwickelt sich beim Uebersättigen mit Kali ein intensiver Geruch nach Rautenöl.

Wagner hat auf diese Weise in der Butter, im Leberthran und anderm Fischthran, in altem Käse, in einem Stück Hering u. dergl. jenes Aldehyd nachgewiesen.

Physiologisches Verhalten.

Von diesem gilt ganz dasselbe wie von dem der Caprylsäure.

Bei der Verseifung der Butter wird zuweilen anstatt Buttersäure und Capronsäure nur eine Säure erhalten, die sogenannte Vaccinsäure, C_{20} H_{18} O_5. 2 HO. Dieselbe reducirt Silbersalze, indem sie 1 At. Sauerstoff aufnehmend sich in Buttersäure und Capronsäure verwandelt (C_{20} H_{18} O_5 + O = C_8 H_7 O_3 + C_{12} H_{11} O_3); dieselbe Umwandlung erleidet die Vaccinsäure beim Stehen an der Luft, und so auch selbst ihr Barytsalz.

Delphinsäure und Hircinsäure, die früher für selbstständige Säuren gehalten wurden, sind wahrscheinlich mit einzelnen Säuren dieser Gruppe identisch oder nur Gemenge derselben.

Cetylsäure. C_{32} H_{31} O_3. HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser auch *Aethalsäure* genannte Körper bildet farblose glänzende Nadeln, schmilzt bei 57°, erstarrt bei 55° und lässt sich unzersetzt destilliren, in Wasser ist er unlöslich.

---

[1]) *R. Wagner*, Journ. f. pr.Ch. Bd. 46 S. 155—157.

Zusammensetzung. Diese Säure, welche der aus dem Palmöl bereiteten, nicht flüchtigen *Palmitinsäure isomer* ist, besteht nach obiger Formel aus:

Kohlenstoff	32	At.	75,000
Wasserstoff	31	-	12,109
Sauerstoff	3	-	9,375
Wasser	1	-	3,516
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 3087,5; Sättigungscapacität = 3,239. Diese von *Dumas* und *Stass* [1]) entdeckte Säure ist später von *Smith* [2]) genauer untersucht worden.

Sollte *Kolbe's* Theorie auch auf diese Säure anwendbar sein, so würde die Cetylsäure als $C_{30}\ H_{31}.\ C_2\ O_3.\ HO$ zu betrachten sein, und wir würden hierin immer Grund für die Verschiedenheit der isomeren Palmitinsäure finden können. Zwei isomere Säuren können nicht füglich in eine Gruppe gehören, daher wir die Cetylsäure hier und nicht unter den festen Fettsäuren behandeln. Auch finden wir in diesem Verhältnisse einen Bestimmungsgrund mehr, die festen Fettsäuren, deren generelle Formel auch = $C_n\ H_{n-1}\ O_3.\ HO$ betrachtet werden kann, nicht als einfache Fortsetzungen oder aufsteigende Glieder dieser Gruppe zu betrachten.

Verbindungen. Die Alkalisalze dieser Säure sind in Wasser löslich und sehr gut krystallisirbar in weissen, perlmutterglänzenden Blättern.

Darstellung. Der Wallrath, aus welchem diese Säure erhalten worden, ist ein Halidsalz, gleich andern Fetten, enthält aber neben dieser Säure nicht Lipyloxyd, sondern eine andre Halidbasis, welche ganz den Aetherarten der reinen Chemie entspricht; diese Halidbasis selbst aber wird durch Behandlung mit festen ätzenden Alkalien in Cetylsäure umgewandelt. Die im Wallrath präformirte Säure gewinnt man dadurch, dass derselbe durch Aetzkali verseift wird, zersetzt die Seife mit Salzsäure und digerirt das neu entstandene Gemeng von Cetylsäure und Aethal ($C_{32}\ H_{33}\ O.\ HO$) mit Kalkmilch; durch kalten Alkohol wird dann Aethal ausgezogen, während cetylsaurer Kalk zurück bleibt; das Kalksalz wird durch Salzsäure zerlegt und die ausgeschiedene Cetylsäure durch Auflösen in Aether gereinigt.

Jene bei der Verseifung des Wallraths ausgeschiedene Halidbasis, *Aethal* oder *Cetyloxydhydrat* genannt, verhält sich zur Cetylsäure

---

[1]) *Dumas* und *Stass*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 72 p. 5 — 11.

[2]) *Lawrence Smith*, Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 42, S. 40 — 51.

ganz wie Alkohol zur Essigsäure und Fuselöl zur Baldriansäure; es kann daher auch aus diesen (weiter unten genauer zu beschriebenen) Körper in ähnlicher Weise die Cetylsäure dargestellt werden, nämlich dadurch, dass man in 6 Th. eines vorher geglühten Gemenges von gleichen Theilen Kalihydrat und Aetzkalk 1 Th. Aethal auf 210° bis 220° erhitzt, wobei sich unter Wasserstoffentwicklung cetylsaures Alkali bildet, (C_{32} H_{33} O. HO + KO + HO = 4 H + KO. C_{32} H_{31} O_3) welches durch Auflösen in Wasser und Aussalzen gereinigt, dann an Baryt gebunden und von diesem durch Salzsäure die Cetylsäure getrennt werden kann.

Prüfung. Wenn die Säure erst rein dargestellt ist, so hält es nicht schwer, sie von andern Säuren zu unterscheiden; ihre Krystallisirbarkeit, ihr verhältnissmässig hoher Schmelzpunkt unterscheiden sie von den übrigen Säuren dieser Gruppe, ihre Flüchtigkeit aber von den festen Fettsäuren. Hätte man dieselbe aber in einem Körper gefunden, in dem sie bisher noch nicht nachgewiesen ist, so würde immer die Elementaranalyse und Bestimmung der Sättigungscapacität auszuführen sein, da es nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich ist, dass es noch mehr ähnliche Säuren dieser Art giebt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Diese Säure ist bis jetzt nur in einem thierischen Fette und zwar im Wallrath an Cetyloxydhydrat gebunden und im japanischen Wachs *(Meyer)* mit Lipyloxyd vereinigt gefunden worden.

Ursprung. Wäre die Margarinsäure wirklich eine der Cetylsäure und überhaupt den Säuren dieser Gruppe homologe Säure, so würde man sich deren Entstehung aus der Margarinsäure gerade so erklären können, wie wir oben angenommen haben, dass aus Metacetonsäure Essigsäure werde, da die Margarinsäure zur Cetylsäure in demselben Verhältniss wie die Metacetonsäure zur Essigsäure steht; beide unterscheiden sich nur durch C_2 H_2.

Welche Bedeutung diese seltner vorkommende Säure habe an dem Orte, wo sie sich hauptsächlich abgelagert findet, lässt sich für jetzt nicht einmal errathen. *Cetyloxydhydrat* s. *Halidbasen* und *Fette.*

Stickstofflose Säuren

$= C_n H_{n-2} O_3 . HO.$

Die sauren Körper dieser Gruppe sind für die Zoochemie nur insofern von Interesse, als sie sich, gleich vielen Säuren der vorigen Gruppe, als Zersetzungsproducte sehr gewöhnlicher thierischer Stoffe und zwar insbesondre der Fette zeigen. Auch diese Säuren lassen sich als gepaarte Oxalsäuren betrachten, die aber an einen der dem ölbildenden Gase polymeren Kohlenwasserstoff gebunden sind; wenigstens lassen sich für die Hypothese einige derselben Gründe geltend machen, die von *Kolbe* für die theoretische Zusammensetzung der Säuren voriger Gruppe hervorgehoben worden sind. Diese Säuren sind aber mit ihren empirischen und hypothetischen Formeln folgende:

Bernsteinsäure	$C_4 H_2 O_3 . HO$	$= C_2 H_2 . C_2 O_3 . HO.$
Lipinsäure od. Brenzweinsäure	$C_5 H_3 O_3 . HO$	$= C_3 H_3 . C_2 O_3 . HO.$
Adipinsäure	$C_6 H_4 O_3 . HO$	$= C_4 H_4 . C_2 O_3 . HO.$
Pimelinsäure	$C_7 H_5 O_3 . HO$	$= C_5 H_5 . C_2 O_3 . HO.$
Korksäure	$C_8 H_6 O_3 . HO$	$= C_6 H_6 . C_2 O_3 . HO.$
Fettsäure	$C_{10} H_8 O_3 . HO$	$= C_8 H_8 . C_2 O_3 . HO.$

Bemerkenswerth ist übrigens, dass die Säuren dieser Gruppe, welche gerade Zahlen von Kohlenstoffatomen enthalten, eine den Säuren der vorigen Gruppe sehr analoge Reihe bilden, in der die Säure der einen Reihe sich von der entsprechenden der andern nur durch ein Aequivalent Wasserstoff unterscheidet.

Bernsteinsäure	$C_4 H_2 O_3 + 1 H$	= Essigsäure	$C_4 H_3 O_3$.
Adipinsäure	$C_6 H_4 O_3 + 1 H$	= Metacetonsäure	$C_6 H_3 O_5$.
Korksäure	$C_8 H_6 O_3 + 1 H$	= Buttersäure	$C_8 H_7 O_3$.
Fettsäure	$C_{10} H_8 O_3 + 1 H$	= Baldriansäure	$C_{10} H_9 O_3$.

Dazu kommt noch, dass die Säuren dieser Gruppe sich ebenfalls durch Oxydation der Oelsäure mittelst Salpetersäure bilden können, gerade wie die der vorhergehenden.

Diese Säuren haben das Gemeinsame, dass sie leicht und gut krystallisirbar sind, erst über 100° bis 200° schmelzen und sich bei höherer Temperatur unter Entwicklung eines erstickenden Dampfes in Nadeln sublimiren; übrigens sind sie bei gewöhnlicher Temperatur geruchlos, von saurem Geschmack, in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich, von saurer Reaction; durch kochende Salpetersäure wird keine derselben zersetzt ausser Fettsäure; mit Kalihydrat geschmolzen liefern sie

neben flüchtigen Producten Oxalsäure. Wie bei der vorigen Gruppe steht die Löslichkeit der Salze ziemlich im umgekehrten Verhältnisse zu Höhe des Atomgewichts der Säure.

Da diese Säuren für die thierische Chemie nur als Zersetzungsproducte von einigem Belang sind, sonst aber nur der reinen Chemie angehören: so werden wir nur zwei der wichtigsten, nämlich *Bernsteinsäure* und *Fettsäure* in Betracht ziehen. Da aber keine derselben präformirt im Thierkörper vorkommt, so kann natürlich von ihrem physiologischen Verhalten keine Rede sein.

Bernsteinsäure. $C_4 H_2 O_3 . HO$.

Eigenschaften. Völlig wasserfrei wird sie in sehr feinen Nadeln erhalten, welche bei 145° schmelzen und bei 250° sieden; mit einem At. Wasser (obiger Formel entsprechend) krystallisirt sie in schiefen, rechtwinkligen Prismen, welche bei 180° schmelzen und sich bei 235° in Nadeln oder Blättchen sublimiren; letztere enthalten noch ½ At. Wasser, schmelzen bei 160°. Im übrigen hat sie die dieser Gruppe gemeinschaftlichen Charactere.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	4 At.		40,678
Wasserstoff	2	-	3,390
Sauerstoff	3	-	40,678
Wasser	1	-	15,254
			100,000

Atomgewicht der wasserfreien Säure = 625,0; Sättigungscapacität derselben = 16,000. Rationelle Formel = $C_2 H_2 . C_2 O_3 . HO$.

Verbindungen. Mit Alkalien bildet diese Säure theils neutrale, theils saure, lösliche und krystallisirbare Salze, mit Erden nur neutrale und mit den Oxyden der schweren Metalle theils neutrale, theils basische Salze, die theils löslich, theils unlöslich sind.

Succinamid, $H_2 N . C_4 H_2 O_2$, entsteht durch Einwirkung von Ammoniak auf bernsteinsaures Aethyloxyd; weisse, körnige, in kaltem Wasser unlösliche Krystalle, wird wie alle Amide durch Alkalien oder stärkere Säuren in die entsprechende Säure und Ammoniak zerlegt.

Bisuccinamid, Succinimid, $C_8 H_5 N O_4$, entsteht, wenn man Succinamid der trocknen Destillation unterwirft oder wasserfreie Bernsteinsäure mit trocknem Ammoniakgas zusammen bringt; ein weisser, krystallisirbarer, schmelzbarer, löslicher Körper, welcher durch Kochen mit Kalilauge unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak und Bernsteinsäure zerfällt ($H N . C_8 H_4 O_4 + 2 HO = H_3 N + C_8 H_4 O_6$).

Darstellung. Diese Säure ist, wie ihr Name zeigt, zuerst (und zwar schon im 16. Jahrhunderte) durch trockne Destillation des Bernsteins erhalten worden; man hat sie aber auch in einigen Terpenthinsorten, so wie in einigen Pflanzen präformirt gefunden. Indessen erscheint sie weit häufiger als Zersetzungsproduct, und zwar nicht blos durch Zerstörung der Fette: Wachs, Stearinsäure, Wallrath, Margarinsäure und dergl., sondern auch bei manchen Gährungsarten; so verwandelt sich z. B. der äpfelsaure Kalk in Berührung mit stickstoffhaltigen Körpern allmälig vollkommen in bernsteinsauren Kalk (Ca O. C_4 H_2 O_4 — O = Ca O. C_4 H_2 O_3). Bernsteinsäure wird nach *C. Schmidt* [1]) in grösserer oder geringerer Menge in allen gegohrnen Flüssigkeiten gefunden, und es ist möglich, dass sie sich aus dem Traubenzucker neben Mannit bildet (C_{12} H_{12} O_{12} = C_8 H_9 O_8 + C_4 H_2 O_3. HO Liebig [2]). Dargestellt wird diese Säure gewöhnlich durch Destillation von Bernsteingrus, dem etwas Schwefelsäure zugesetzt ist; das Sublimat wird durch Kochen mit Salpetersäure gereinigt.

Prüfung. Da auch diese Säure keine sehr characteristischen Reactionen gegen andre Körper zeigt, so muss sie zu ihrer Erkennung, gleich andern Säuren, rein dargestellt und analysirt werden.

Fettsäure. C_{10} H_8 O_3. HO.

Eigenschaften. Diese Säure, welche auch *Brenzölsäure*, Ac. sebacicum genannt wurde, ist in ihrem Aeussern der Benzoesäure sehr ähnlich, bildet weisse, perlmutterglänzende, nadelförmige, in lockren Haufen zusammengruppirte Krystalle, die jedoch unter dem Mikroskop leicht von der Benzoesäure unterschieden werden können; sie bildet nämlich hier entweder wirtelförmige Drusen, ähnlich der Margarinsäure, oder grosse von einem Centrum ausgehende und sich in verschiedenen Winkeln durchschneidende Blätter, die am Ende spitz zulaufen, ohne jedoch einen messbaren Abstumpfungswinkel zu bilden; sie gleichen noch am meisten den bestausgebildeten Margarinsäurekrystallen in ihrer Zusammengruppirung, die einzelnen Krystallblättchen sind aber bei weitem grösser; schmilzt bei 127°, ohne ihr basisches Wasser zu verlieren, zu einem farblosen, beim Erkalten krystallinisch erstarrenden

[1]) *C. Schmidt*, Handwörterb. der Chem., v. Liebig, Wöhler, Poggendorf. Bd. 3, S. 224.

[2]) *Liebig*, ebendaselbst.

Oel, sublimirt sich bei höherer Temperatur unzersetzt, in kaltem Wasser ist sie wenig, in heissem aber, so wie in Alkohol und Aether leicht löslich, schmeckt mehr stechend als sauer, röthet Lackmus. Durch anhaltendes Kochen mit Salpetersäure von 1,4 spec. Gewichte wird sie allmälig (nach 6 bis 8 Tagen) in *Brenzweinsäure* verwandelt. C. Schlieper [1]).

Zusammensetzung: Obiger Formel nach besteht sie aus

Kohlenstoff	10 At.	59,406
Wasserstoff	8 „	7,921
Sauerstoff	3 „	23,762
Wasser	1 „	8,911
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 1150; Sättigungscapacität derselben = 8,696; rat. Formel: $C_6 H_6 . C_2 O_3 . HO$.

Verbindungen. Ihre Salze sind denen der Benzoësäure sehr ähnlich, die alkalischen leicht löslich, die der Erden schwer, die der Oxyde schwerer Metalle unlöslich.

Brenzweinsäure, $C_5 H_3 O_3 . HO$, entsteht aus der Fettsäure durch Salpetersäure, indem 1 At. Fettsäure 5 At. Sauerstoff aufnimmt, denn $C_{10} H_8 O_3 + 5 O = 2 (C_5 H_3 O_3 . HO)$; ist krystallisirbar, weiss, luftbeständig, schmilzt etwas über 100° und sublimirt sich bei höherer Temperatur unter Entwicklung eines weissen erstickenden Dampfes, schmeckt stark sauer, löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether, in Schwefelsäure ohne Schwärzung, treibt die Kohlensäure aus ihren Salzen aus; die meisten ihrer Salze sind in Wasser und Weingeist löslich; mit neutralem essigsaurem Bleioxyd giebt sie keinen Niederschlag, wohl aber mit basischem, mit salpetersaurem Silberoxyd einen weissen gallertartigen, der beim Trocknen bräunlich weisse, durchscheinende Stücke bildet. Diese Säure ist der oben S. 78 angeführten von *Laurent* und *Bromeis* untersuchten Lipinsäure isomer oder vielmehr mit dieser identisch, gehört also derselben Säuregruppe an, wie die Fettsäure.

Darstellung. Diese Säure bildet sich bei der trocknen Destillation der Oelsäure und zwar nur aus dieser und keinem andern Fette, so dass man den Elaingehalt eines Fettes aus der Gegenwart der Fettsäure zu erkennen und zu beurtheilen pflegt. Zu ihrer Darstellung wird das Destillat so lange mit Wasser ausgekocht, als sich noch Krystalle beim Erkalten daraus absetzen; durch wiederholtes Umkrystallisiren wird die Säure gereinigt.

Prüfung. In jener Destillation kommt kaum eine andre Säure vor, die mit der Fettsäure verwechselt werden könnte. Von der ihr

[1]) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 70. S. 121—129.

so ähnlichen Benzoësäure kann sie aber dadurch unterschieden werden, dass ihre heisse wässrige Lösung Silberoxyd und Quecksilberoxydulsalze fällt (was Benzoësäure nicht thut), ferner dadurch, dass die sublimirte Säure weit schwieriger krystallisirt, dann durch die Form ihrer aus wässriger Lösung erhaltenen Krystalle (nach der mikroskopischen Untersuchung) und endlich dadurch, dass sie durch Salpetersäure in Lipinsäure zersetzt wird.

Stickstofflose Säuren.

$= C_n H_{n-9} O_3 . HO.$

Auch diese Gruppe saurer Körper hat wenig Bezug auf die Thierchemie. Wir würden deshalb diese Gruppe hier gar nicht berücksichtigt haben, wenn nicht ihr Repräsentant, die *Benzoësäure*, theils manchmal in thierischen Flüssigkeiten gefunden worden wäre, theils ihre Umwandlung im Thierkörper nicht schon manchen Aufschluss über die thierischen Stoffbewegungen gegeben hätte.

Nach obiger generellen Formel gehören zu dieser Gruppe eigentlich nur:

Benzoësäure $= C_{14} H_5 O_3 . HO.$
Myroxylinsäure $= C_{15} H_6 O_3 . HO.$
Toluylsäure $= C_{16} H_7 O_3 . HO.$
Cuminsäure $= C_{20} H_{11} O_3 . HO.$
und Copaivasäure $= C_{40} H_{31} O_3 . HO;$

allein theils ihren physikalischen Eigenschaften nach, theils der Analogie der Zersetzungsproducte wegen, sind noch einige andre Säuren diesen homolog zu achten, zunächst die *Zimmtsäure*, in welcher das Verhältniss des Kohlenstoffs zum Wasserstoff ein andres ist, als das in der oben angegebenen Formel; sie ist nämlich $= C_{18} H_7 O_3 . HO$ constituirt. Ausserdem kennt man aber auch gewissermassen höhere Oxydationsstufen derselben Radicale, die man zwar mit besondern Namen belegt hat, aber doch den generellen Character dieser Gruppe an sich tragen; sie enthalten 5 At. Sauerstoff und sind:

Salicylsäure $C_{14} H_5 O_5 . HO$ entsprechend der Benzoësäure
Anissäure $C_{16} H_7 O_5 . HO$ „ „ Toluylsäure
Cumarinsäure $C_{18} H_7 O_5 . HO$ „ „ Zimmtsäure
und Copalsäure $C_{40} H_{31} O_5 . HO$ „ „ Copaivasäure

Folgende Eigenschaften haben alle diese Säuren mit einander gemein: sie sind fest, leicht in Nadeln oder Schuppen krystallisirbar, im reinen Zustande geruchlos, schmelzbar, ohne Zersetzung sublimirbar, wenig löslich in kaltem Wasser; in heissem Wasser lösen sie sich reichlich auf und scheiden sich beim Erkalten krystallinisch aus; in Alkohol und Aether sind sie leicht löslich, alle röthen Lackmus. Dieselben Analogien bieten ihre Salze dar.

Selbst die Physiologie spricht dafür, dass die obiger Formel nicht entsprechend constituirte Zimmtsäure dieser Gruppe beizuzählen ist: denn nach *Marchand's* Beobachtung [1]) wird die Zimmtsäure im Thierkörper ebensogut in Hippursäure verwandelt, als die Benzoësäure.

Ueber die rationelle Constitution dieser Säuren sind meist, je nach den Zersetzungsproducten, die man aus ihnen erzielt hat, die verschiedenartigsten Hypothesen aufgestellt worden. Man hat diese Hypothesen aber meist nur auf die Constitution der Benzoësäure beschränkt, und da die wenigsten derselben einer Anwendung auf die übrigen Glieder dieser Gruppe fähig sind, so möchte das wohl schon ihre Unhaltbarkeit erweisen. Diess gilt auch zum Theil von *Fehling's* Hypothese, der schon vor *Kolbe* die Benzoesäure als eine gepaarte Oxalsäure ansah, deren Paarling Phenyl $C_{12}H_5$ sein sollte. Bis jetzt bietet keine jener Hypothesen so viel Haltpunkte dar, dass man für eine derselben sich zu entscheiden trifftigen Grund hätte.

Alle diese Körper haben noch die Analogie ihrer Verbindungs- und Zersetzungsverhältnisse für sich. So giebt es von jeder dieser Säuren eine den Aldehyden der zuerst beschriebenen Gruppe nicht unähnliche Reihe von niedern Oxydationsstufen, die 1 At. Wasserstoff mehr und 1 At. Sauerstoff weniger, als die entsprechende Säure im wasserfreien Zustande enthalten; diese niedern Oxyde sind bald mehr saure, bald mehr basische, bald indifferente flüchtige Oele, die zum Theil im Pflanzenreiche präformirt vorkommen:

Flüchtiges Bittermandelöl	$C_{14}H_6O_2$	entspr. der Benzoësäure	$C_{14}H_5O_3$
Salicylige Säure	$C_{14}H_6O_4$	„ „ Salicylsäure	$C_{14}H_5O_5$
Cinnamylwasserstoff	$C_{18}H_8O_2$	„ „ Zimmtsäure	$C_{18}H_7O_3$
Cumarin	$C_{18}H_8O_4$	„ „ Cumarinsäure	$C_{18}H_7O_5$
Cumin	$C_{20}H_{12}O_2$	„ „ Cuminsäure	$C_{20}H_{11}O_3$

In allen der letztgenannten Verbindungen kann 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. Chlor, Brom, Jod und Schwefel vertreten werden.

---

[1]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 18 S. 35.

Aus den Chlorverbindungen dieser Art können aber durch Ammoniak die entsprechenden Amide dargestellt werden z. B. Benzamid: $C_{14} H_5 O_2 Cl + H_3 N = HCl + H_2 N. C_{14} H_5 O_2$.

Werden die Ammoniaksalze der 3 At. Sauerstoff enthaltenden Säuren der trocknen Destillation unterworfen, so entstehen die entsprechenden Nitrile, die ebenfalls flüchtige, entzündliche Flüssigkeiten darstellen, ganz wie die Nitrile der ersten Säuregruppe; auch sie werden durch starke Säuren oder Alkalien in Ammoniak und die entsprechenden Säuren zerlegt und geben mit Kalium neben Kohlenwasserstoffen Cyankalium.

Die Hydrate der 3 At. Sauerstoff enthaltenden Säuren geben mit ätzenden Alkalien, Baryt oder Kalk erhitzt, an diese 2 At. Kohlensäure ab und verwandeln sich dadurch in sauerstofffreie Oele

Benzoësäurehydrat $C_{14} H_6 O_4 - 2 CO_2 = C_{12} H_6$ = Benzol od. Benzin

Cuminsäurehydrat $C_{20} H_{12} O_4 - 2 CO_2 = C_{18} H_{12}$ = Cumol od. Cumin

Toluylsäurehydrat $C_{16} H_8 O_4 - 2 CO_2 = C_{14} H_8$ = Toluol od. Toluin.

In diesen Kohlenwasserstoffen kann wieder 1 Aeq. Wasserstoff durch 1 Aeq. Chlor, Brom, Jod oder Untersalpetersäure vertreten werden, und es entstehen auf diese Weise z. B. Chlorbenzid, $C_{12} H_5 Cl$, Bromcumid $C_{18} H_{11} Br$., Jodtoluid $C_{14} H_7 J$ und Nitrobenzid -cumid und -toluid, $C_{12} H_5 . NO_4$, $C_{18} H_{11} . NO_4$ und $C_{14} H_7 NO_4$.

Diese letztern stickstoffhaltigen Verbindungen bilden gelbe, ölige Körper, aus welchen durch Schwefelwasserstoff organische sauerstofffreie, flüchtige Basen dargestellt werden: Benzidin $C_{12} H_7 N$, Cumidin $C_{18} H_{13} N$ und Toluidin $C_{14} H_9 N$ (nach der Gleichung $C_{14} H_7 NO_4 + 6 HS = 4 HO + 6 S + C_{14} H_9 N$).

Benzoësäure. $C_{14} H_5 O_3 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Im sublimirten Zustande erscheint diese Säure in farblosen, feinen Nadeln; auf nassem Wege krystallisirt sie in Schuppen oder schmalen Säulen oder sechsseitigen Nadeln (Grundform gerades rhombisches Prisma) schmilzt über 120°, siedet bei 239° und verwandelt sich dann in dichte, hustenerregende Dämpfe; durch Salpetersäure oder Schwefelsäure wird sie nicht zerstört; übrigens hat sie die generellen Eigenschaften der Säuren dieser Gruppe.

Zusammensetzung. Obiger Formel gemäss besteht sie aus:

Kohlenstoff	14 At.	68,853
Wasserstoff	5 „	4,098
Sauerstoff	3 „	19,672
Wasser	1 „	7,377
		100,000

Das Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure ist = 1412,5; das Sättigungsvermögen derselben = 7,079.

Verbindungen. Die benzoësauren Salze sind grösstentheils in Wasser löslich; die Alkalisalze und das der Talkerde leicht löslich, schwierig krystallisirbar; die Verbindungen mit den Oxyden der schweren Metalle sind meist schwerlöslich, werden aber von heissem Wasser in grösserer Menge gelöst.

Umwandlungsproducte. Bittermandelöl, gewöhnlich als Verbindung eines hypothetischen, sauerstoffhaltigen Radicals mit Wasserstoff betrachtet, Benzoylwasserstoff, $C_{14} H_5 O_2 . H$; es ist farblos, dünnflüssig, spec. Gewicht = 1,043, Siedepunkt = 180°, oxydirt sich an der Luft bald zu Benzoesäurehydrat. Es findet sich nicht nur im Bittermandelöl, sondern tritt öfter auch als Zersetzungsproduct auf z. B. bei der Behandlung von eiweissartigen oder leimartigen Stoffen mit stark oxydirenden Mitteln (*Guckelberger*[1]). Das eine Aeq. Wasserstoff dieses Körpers kann nicht nur mit Chlor, Brom, Jod, sondern auch mit Schwefel und Cyan vertauscht werden.

Benzamid, $H_2 N . C_{14} H_5 O_2$, dessen Darstellung im Eingang dieser Gruppe erwähnt ist, stellt einen schön krystallisirbaren Körper dar, der, in Wasser, Alkohol und Aether löslich, die bekannten Eigenschaften der Amide hat.

Benzonitril, $C_{14} H_5 N$, dessen Bildung ebenfalls schon oben erwähnt, ist ein farbloses Oel, siedet bei 191°, löst sich in 100 Th. siedenden Wassers, in Alkohol und Aether aber in jedem Verhältnisse; da es mit Kalium Cyankalium giebt, betrachten viele es als Cyanphenyl $C_{12} H_5 . C_2 N$.

Wird Stickstoffbenzid, $C_{12} H_4 N$, in Alkohol gelöst, die Lösung mit Ammoniak gesättigt und dann Schwefelwasserstoff hineingeleitet, so bildet sich die organische Basis: Benzidin, $C_{12} H_6 N$.

Benzoin, $C_{14} H_6 O_2$ (isomer dem Bittermandelöl) entsteht durch Contactwirkung ätzender Alkalien auf blausäurehaltiges Bittermandelöl; farb- geruch- und geschmacklose Prismen, unzersetzt sublimirbar; von concentrirter Schwefelsäure oder einer Lösung von Aetzkali in Alkohol wird es mit blauer Farbe aufgelöst; leitet man seinen Dampf durch glühende Röhren, so wird es wieder

[1]) *Guckelberger* a. a. O.

in Bittermandelöl verwandelt. Durch Chlorgas wird dem Benzoin 1 Aeq. Wasserstoff entzogen und es bildet sich ein dem Benzoyl, jenem hypothetischen Radical, isomerer Körper, Benzil, $C_{14} H_5 O_2$, der in schwefelgelben, sechsseitigen Prismen krystallisirt, schmelzbar und sublimirbar ist.

Benzin, *Benzol*, $C_{12} H_6$, auf obenerwähnte Weise aus überschüssigem Kalkhydrat und Benzoësäure erhalten; farblose Flüssigkeit von ätherartigem Geruche, erstarrt bei 0° siedet bei 86°, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol und Aether, entzündlich. Unter vielen andern Stoffen, welche man aus dem Benzin hervorgebracht hat, ist auch das Nitrobenzid, $C_{12} H_5 NO_4$, eine gelbe Flüssigkeit von süssem Geschmack und Zimmtgeruch, die durch Alkalien nicht zersetzt wird. Wird dieses Nitrobenzid in Alkohol gelöst und mit Kalihydrat versetzt und nun destillirt, so entsteht ein sauerstofffreier, stickstoffhaltiger Körper, der weder den Nitrilen entspricht, noch, den organischen, sauerstofffreien Basen gleich, basische Eigenschaften besitzt, das Azobenzid, $C_{12} H_4 N$, grosse, rothe, schmelzbare und flüchtige Krystalle

Darstellung. Die Benzoësäure, welche in den Harzen oder Balsamen sich nicht selten vorfindet, kommt in grösster Menge im Benzoëharze vor, aus welchem sie auch gewöhnlich dargestellt wird, theils durch Sublimation, theils auf nassem Wege durch Lösung des Harzes in Weingeist, Zusatz einer wässrigen Lösung von kohlensaurem Natron und Fällung der von dem Harze abfiltirten und concentrirten Flüssigkeit mittelst Salzsäure.

Prüfung. Die Benzoësäure kann weniger durch ihre Flüchtigkeit von andern Substanzen getrennt werden, als durch ihre Eigenschaft, sich aus sehr stark concentrirten, wässrigen, mit Säure versetzten Lösungen in Krystallschuppen abzusetzen. Bei der Untersuchung auf Benzoësäure ist aber besonders auf das Abdampfen der Flüssigkeiten Acht zu haben, da sie mit den Wasserdämpfen sich ausserordentlich leicht verflüchtigt; man kann leicht an der Papierdecke der Abdampfschalen feine Krystallschuppen wahrnehmen, wenn solche saure Flüssigkeiten unvorsichtig abgedampft worden sind; es ist daher besser, die Flüssigkeit entweder erst nach dem Abdampfen mit Säure zu versetzen oder wenn sie schon sauer ist, sie vorher alkalisch zu machen. Als brauchbare Methode kleinere Mengen von Benzoësäure in thierischen Flüssigkeiten nachzuweisen, habe ich folgende gefunden: das alkoholische Extract der fraglichen Flüssigkeit (in Alkohol lösen sich die benzoësauren Alkalien und Kalk auf) wird mit etwas Essigsäure, Salzsäure oder Milchsäure versetzt; scheiden sich hier nicht deutliche Krystalle von Benzoësäure aus, so ist die Masse mit Aether zu extrahiren und die ätherische Lösung der Selbstverdunstung zu überlassen; aus dem ätherischen, meist ölig flüssigem Extracte wird durch Zusatz von

Wasser die Benzoësäure krystallinisch ausgeschieden; ist hier zuviel Fett beigemengt, so behandelt man die ausgeschiedene Masse mit wässrigem Spiritus der das Fett ungelöst lässt, die Benzoësäure aber auflöst; nach dessen Verdunstung erhält man die Benzoësäurekrystalle ziemlich rein neben andern freien, aber flüssigen Säuren. Unter dem Mikroskop erscheint sie dann in rechtwinkligen Tafeln, welche meist nach zwei einander gegenüberstehenden Winkeln an einander gereiht sind. Ihre Schwerlöslichkeit in Wasser, ihre Sublimirbarkeit (die sich auch mit kleinen Mengen zwischen zwei Glasplatten oder flachen Uhrgläschen ausführen lässt) geben neben ihrer Krystallform schon hohe Wahrscheinlichkeit für ihre Gegenwart. Da die ihr sonst sehr ähnlichen Säuren dieser Gruppe noch nicht im Thierkörper gefunden worden sind, so ist eine Verwechslung mit diesen nicht wohl denkbar; wie sie von Bernsteinsäure und von der wohl kaum präformirt vorkommenden Fettsäure zu unterscheiden ist, wurde oben S. 82 angegeben. Ihre Unterscheidung von der ihr in physikalischen Eigenschaften sehr ähnlichen Hippursäure wird unten genauer mitgetheilt werden. Reicht die Menge aus, so sind jedoch auch hier Elementaranalyse und Atomgewichtsbestimmungen keineswegs überflüssig.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Benzoësäure verdient in physiologischer Hinsicht unsre volle Beachtung, obgleich es nach vielfachen Versuchen wahrscheinlich geworden ist, dass diese Säure in keiner thierischen Flüssigkeit präformirt vorkommt. Man hat sie übrigens in keiner andern thierischen Flüssigkeit als im Harn zu finden geglaubt, und in der That wird sie aus diesem, sei er Herbivoren oder Omnivoren entlehnt, oft genug anstatt der Hippursäure erhalten. *Liebig*[1]) leitete in seiner classischen Abhandlung über Gährung, Fäulniss und Verwesung jenes zeitweilige Vorkommen der Benzoësäure im Pferdeharn anstatt der Hippursäure lediglich von einem Gährungsprocesse ab, dem die letztere, wenn der Harn sich zu zersetzen anfange, zu unterliegen pflege, so dass aus ihr neben andern Producten Benzoësäure entstehe; später[2]) änderte er seine Meinung und glaubte gefunden zu haben, dass die Pferde nach anstrengender Arbeit und bei schlechtem Futter einen benzoësäurehaltigen Harn entleerten, dagegen unter den entgegengesetzten einen hippursäurehaltigen. Um über die Richtigkeit der einen oder der

[1]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 30 S. 261 ff.

[2]) Ders. ebendas. Bd. 41 S. 272.

andern Ansicht ins Klare zu kommen, untersuchte ich [1]) den Harn einer sehr grossen Anzahl gut und schlechtgefütterter, gesunder und kranker Pferde, fand aber in allen ohne Ausnahme, sobald der Harn nur nicht lange an der Luft bei mittler Temperatur gestanden hatte, nur Hippursäure und keine Benzoësäure. Wenn dagegen der Harn längere Zeit im Stalle gestanden hatte, wenn er namentlich anfing, ammoniakhaltig zu werden, so wurde nie Hippursäure, sondern Benzoësäure erhalten. Deshalb geschieht es auch so oft, dass aus menschlichem Harn nur Benzoësäure erhalten wird. In diesem ist weit weniger Hippursäure enthalten, und man muss daher zu ihrer Darstellung grössere Mengen Harn verwenden, die, wenn einzelne Parthien desselben, was kaum anders gut auszuführen ist, längere Zeit an der Luft gestanden haben, bewirken, dass der ganze Harn nun blos Benzoësäure liefert. Denn es scheint sich in der That, wie *Liebig* vermuthete, im Harn ein Ferment zu bilden, durch welches die stickstoffhaltige Hippursäure in Benzoësäure umgewandelt wird; mischt man nämlich einen Benzoësäure liefernden Harn, sei er von Menschen oder Pferden, mit einem hippursäurehaltigen, so erhält man bei der Ausscheidung der Säuren aus dem Gemeng fast constant Benzoësäure, indem wahrscheinlich schon während des Verdunstens das Ferment des benzoësäurehaltigen Harns auf die Hippursäure des frischen Harns einwirkt. Auch die von *Wöhler* und *Keller* [2]) und *Ure* [3]) und nachher von andern constant beobachtete Umwandlung der dem Organismus zugeführten Benzoësäure in Hippursäure spricht dafür, dass die erstere im Harn nur ein Zersetzungsproduct der letzteren sei.

Wirkung. Auf das Verhalten der Benzoësäure im belebten Thierkörper kommen wir bei Betrachtung der Hippursäure zurück. Hier nur soviel, dass der Genuss dieser Säure ein äusserst unangenehmes Kratzen im Schlunde verursacht, später eine sehr reichliche Schweissabsonderung hervorruft, und endlich eine von den wenigen Säuren ist, welche die Acidität des Harns merklich vermehren.

---

[1]) *Lehmann*, *R. Wagner's* Wörterb. d. Physiol. Bd. 2 S. 14.
[2]) *Wöhler* und *Keller*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 43 S. 108.
[3]) *Ure*, Journ. d. Pharm. Octbr. 1841.

Stickstofflose Säuren.

$= C_n H_{n-1} O_5 . HO.$

Wir statuiren hier eine besondre Gruppe, obgleich deren einziger Repräsentant die Milchsäure ist. Wiewohl diese Säure für sich schon ein besonderes Capitel der physiologischen Chemie verdient, so glauben wir doch nicht ohne Grund sie in eine besondre Gruppe saurer Körper einreihen zu müssen. Wir haben schon oben S. 66 bemerkt, dass die Milchsäure ihrer Zusammensetzung nach in einem nahen Verhältnisse zur Metacetonsäure stehe; es ist mehr als wahrscheinlich, dass noch eine Zahl andrer Säuren existirt, die in einem ähnlichen Verhältnisse zu einzelnen Gliedern der ersten Gruppe hier beschriebener Säuren steht, wie die Milchsäure zur Metacetonsäure; und in der That sind erst *Cahours*[1]) und später *Strecker*[2]) auf einem ganz andern Ideengange, als der uns vorschwebende, zur Entdeckung einiger solcher Säuren gelangt; der letztere fand nämlich, als er das S. 40 nach Piria angegebene Verfahren, die Amidverbindungen zu zersetzen, anwendete, um einige stickstoffhaltige Thierkörper als Amide zu erkennen, zwei solcher nach der obigen generellen Formel constituirter Säuren. Er entdeckte nämlich bei der Behandlung von Glycin mit salpetriger Säure eine der Essigsäure entsprechende Säure $= C_4 H_3 O_5 . HO$ und bei gleicher Behandlung des Leucins eine der Capronsäure analoge Säure $= C_{12} H_{11} O_5 . HO$.

Essigsäure	$C_4 H_3 O_3 . HO$	entspr. d. Glycinsäure	$C_4 H_3 O_5 . HO.$
Metacetonsäure	$C_6 H_5 O_3 . HO$	„ „ Milchsäure	$C_6 H_5 O_5 . HO.$
Capronsäure	$C_{12} H_{11} O_3 . HO$	„ „ Leucinsäure	$C_{12} H_{11} O_5 . HO.$

Bei der Zerlegung der Hippursäure nach derselben Methode erhielt *Strecker* eine neue Säure, deren Zusammensetzung nicht mit der obigen Formel übereinstimmt, die sich aber von einer andern Seite her ihrer Zusammensetzung nach der Milchsäure anschliesst: sie besteht nämlich $C_{18} H_7 O_7 . HO$; sie ist demnach analog constituirt den neutralen Kohlenhydraten des Pflanzenreichs (Stärkmehl, Zucker, Holzfaser) d. h. sie enthält neben Kohlenstoff gerade soviel Wasserstoff und Sauerstoff, wie nöthig ist, um Wasser zu bilden. Hierher würde auch die von Redtenbacher entdeckte Cholesterinsäure $= C_8 H_4 O_4 . HO$ gehören, die ebenfalls mit den genannten Kohlenhydratsäuren manche Aehnlichkeit in ihren Eigenschaften darbietet.

---

[1]) *Cahours*, Compt. rend. T. 27 p. 267.

[2]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68 S. 52—55.

Ueber die generellen Eigenschaften der Säuren dieser Gruppe lässt sich wenig sagen, da uns eigentlich nur die Eigenschaften der Milchsäure genau bekannt sind. Doch scheint es nach *Strecker's* Mittheilungen, als ob alle diese Säuren im wasserärmsten Zustande ölige, nicht krystallisirbare Flüssigkeiten bildeten, die in Wasser, Alkohol und Aether löslich sind, Lackmus stark röthen, beim Erhitzen sich zersetzen und mit Basen lösliche und zum Theil krystallisirbare Verbindungen eingehen.

Milchsäure. $C_6 H_5 O_5 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Im concentrirtesten Zustande ist sie eine farb- und geruchlose, syrupdicke Flüssigkeit, die in der stärksten Kälte nicht zum Erstarren zu bringen ist, spec. Gewicht = 1,215, löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether, zieht aus der Luft Wasser an, schmeckt und reagirt stark sauer, zersetzt sich beim Erhitzen, treibt flüchtige Säuren, selbst viele stärkere Mineralsäuren, aus ihren Salzen aus. Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, giebt die Milchsäure fast reines Kohlenoxydgas und wird in eine huminartige Substanz verwandelt; dabei entsteht aber keine Spur von Ameisensäure.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht sie aus:

Kohlenstoff	6	At.	40,000
Wasserstoff	5	„	5,555
Sauerstoff	5	„	44,445
Wasser	1	„	10,000
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 1012,5; Sättigungscapacität derselben = 9,876.

Verbindungen. Mit Basen bildet die Milchsäure meistens neutrale Salze, die ohne Ausnahme in Wasser löslich sind, sehr viele auch in Alkohol, aber nicht in Aether. Die meisten milchsauren Salze können bis 150° und 170°, ja einige bis 210° ohne Zersetzung erhitzt werden. Die milchsauren Alkalien sind nicht krystallisirbar, sondern können nur bis zu syrupösen Flüssigkeiten concentrirt werden; auch milchsaurer Baryt, Alaunerde, Eisenoxyd und Zinnoxyd sind nicht krystallisirbar, während alle andern milchsauren Salze ziemlich leicht krystallisirbar und luftbeständig sind. Bei diesen letztern hat man jedoch

in neuerer Zeit ein eigenthümliches Verhalten beobachtet; die Milchsäure bildet nämlich, je nachdem sie aus thierischen Flüssigkeiten oder durch Gährung aus Zucker entstanden ist, mit gewissen Basen nicht ganz gleiche Salze, die theils durch die Menge ihres Krystallwassers, theils durch ihren Löslichkeitsgrad, theils durch ihre verschiedene Zersetzbarkeit in der Wärme sich unterscheiden (*Liebig*[1], *Engelhardt* und *Maddrell*[2], *Engelhardt*[3]). Indessen erfordert dieser Gegenstand noch weiterer Untersuchung; wenigstens glaubt *Liebig* aus der Säure des Sauerkrauts ein Zinksalz erhalten zu haben, welches dem der Fleischflüssigkeit entspricht, und ich habe, so oft ich Milchsäure des Magensaftes an Talkerde oder Zinkoxyd gebunden analysirte, diese immer der aus Zucker erzeugten entsprechend gefunden. *Engelhardt* nennt die aus Fleischflüssigkeit erhaltene Säure *a*Milchsäure, die durch Gährung von Zucker gewonnene *b*Milchsäure.

Milchsaurer Kalk, $\dot{Ca}\ a\overline{La} + 4\ \dot{H}$, $\dot{Ca}\ b\overline{La} + 5\ \dot{H}$, bildet weisse, harte Körper, schiesst unter dem Mikroskop in Büscheln feiner Nadeln an, von denen je 2 so aneinander gelagert sind, dass sie mit den kurzen Stielen in einander übergehenden Besen oder Pinseln gleichen; ihre Form ist ziemlich characteristisch und z. B. mit der des buttersauren Kalks durchaus nicht zu verwechseln; bei 100° verliert dieses Kalksalz alles Wasser, in siedendem Wasser und Alkohol fast in jedem Verhältnisse löslich; das Salz der *a*Milchsäure löst sich jedoch in 12,4 Th. Wasser, das der *b*Milchsäure in 9,5 Th.; beide Salze können ohne Zersetzung bis 180° erhitzt werden.

Bei der krystallographischen Untersuchung zeigen sich die Verbindungen der *b*Milchsäure mit Talkerde, Manganoxydul, (farblos oder blass amethystfarben) Eisenoxydul, (blassgelblich) Kobaltoxyd, (pfirsichblüthroth) Nickeloxyd und Zinkoxyd isomorph, indem sie sämmtlich mit 3 At. Krystallwasser in Verticalprismen mit gerader Endfläche oder mit gerade aufgesetzten stumpfen Horizontalprisma krystallisiren.

Milchsaure Talkerde: das Salz der *a*Milchsäure enthält 4 At. Krystallwasser und löst sich etwas leichter in Weingeist als das der *b*Milchsäure.

Milchsaures Nickeloxyd ist apfelgrün, in kaltem Wasser und Weingeist schwerlöslich; das Salz der *a*Milchsäure verliert alle

---

[1]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62 S. 312.

[2]) *Engelhardt* und *Maddrell*, ebendas. Bd. 63 S. 83—120.

[3]) *Engelhardt*, ebendas. Bd. 65 S. 359—366.

3 At. Wasser schon bei 100°, das der *b*Milchsäure das dritte erst bei 130°.

Milchsaures Zinkoxyd; das der *a*Milchsäure enthält nur 2 At. Krystallwasser, die es bei 100° nur langsam verliert, fängt schon bei 150° an sich zu zersetzen, löst sich in 5,7 Th. kaltem und 2,88 Th. heissem Wasser und schon in 2,23 Th. Alkohol; das Salz der *b*Milchsäure giebt sein Krystallwasser bei 100° sehr schnell ab, verträgt noch eine Temperatur von 210° ohne Zersetzung, löst sich in 58 Th. kalten und 6 Th. kochenden Wassers, ist aber in Alkohol fast unlöslich. *C. Schmidt*[1]), der der einzige ist, welcher den Formen mikroskopischer Krystalle eine sorgfältigere Aufmerksamkeit zum Zwecke der Diagnose solcher Körper in thierischen Säften gewidmet hat, giebt eine sehr genaue Characteristik der Form des milchsauren Zinkoxyds; er macht besonders auf die Keulenform der noch in Bildung begriffenen Krystalle und deren krummen Flächen als characteristisch für dieses Salz aufmerksam.

Milchsaures Kadmiumoxyd krystallisirt in wasserfreien Nadeln, ist in Alkohol fast unlöslich.

Milchsaures Kupferoxyd, das der *a*Milchsäure krystallisirt in harten, himmelblauen Wärzchen, löst sich in 1,95 Th. kaltem und 1,24 Th. heissem Wasser, sehr leicht auch in Alkohol, verliert bei 100° nur langsam einen Theil seines Wassers und zersetzt sich bei 140° unter Abscheidung von Kupferoxydul; das der *b*Milchsäure mit 2 At. Krystallwasser bildet weit grössere dunkelblaue oder grüne Krystalle, löst sich in 6 Th. kaltem und 2,2 Th. kochendem Wasser, in 115 Th. kaltem und 26 Th. siedendem Alkohol; es verliert sein Wasser bei 100° so wie im Vacuo sehr leicht und vollständig, wird erst über 200° zersetzt, wo es sich entzündet und verglimmt.

Basisch milchsaures Zinnoxydul, $\dot{Sn}_2\,\overline{La}$, krystallinisches, wasserfreies Pulver, in Wasser kaum löslich, in Alkohol unlöslich.

Milchsaures Quecksilberoxydul, $\dot{Hg}\,\overline{La} + 2\,\dot{H}$ bildet rothe, schwerlösliche Krystalle, welche beim Kochen in Oxydsalz und metallisches Quecksilber zerfallen.

Basisch milchsaures Quecksilberoxyd, $\dot{Hg}_2\,\overline{La}$, wasserfreie, glänzende, schwerlösliche Prismen.

---

[1]) *C. Schmidt*, Entwurf e. allg. Untersuchungsmeth. der Säfte u. Excr. 1846 S. 78 ff.

Milchsaures Silberoxyd, $\dot{Ag}\,\overline{La} + 2\,\dot{H}$, seidenglänzende Nadeln, die sich am Lichte schwärzen; in kaltem Alkohol fast unlöslich, in heissem sehr leicht löslich, zersetzt sich bei 100°; die wässrige Lösung färbt sich beim Kochen allmälig blau und scheidet braune Flocken aus.

Umwandlungsproducte. Lactid, $C_6\,H_4\,O_4$; wird das gewöhnliche farblose Milchsäurehydrat auf 130° erhitzt, so destillirt Wasser mit ein wenig Milchsäure über, zurückbleibt aber ein gelblich weisser, fester leicht schmelzbarer, sehr bittrer, in Wasser fast unlöslicher, in Alkohol und Aether leicht löslicher Rückstand, dessen Zusammensetzung der Formel $C_6\,H_5\,O_5$ entspricht. Dieses Product geht durch Kochen mit Wasser oder längeres Liegen an der Luft wieder in das gewöhnliche Milchsäurehydrat über; mit Kalkmilch giebt es sogleich den gewöhnlichen milchsauren Kalk. (*Pelouze*[1]). Wird aber diese sogenannte *wasserfreie Säure* oder das Milchsäurehydrat auf 250° erhitzt, so zerfällt es in Kohlensäure, Kohlenoxyd, Lactid und Lacton, giebt aber keinen Kohlenwasserstoff. Das Lactid bildet ein Sublimat, welches durch Auflösen in siedendem Alkohol gereinigt wird; aus diesem scheidet es sich in weissen Tafeln ab; es schmilzt bei 107° und verflüchtigt sich bei 250°, geschmolzen erstarrt es beim Erkalten krystallinisch, ist geruchlos, von schwach säuerlichem Geschmack, löst sich in Wasser nur allmälig auf, geht aber schneller in Milchsäure über, als die sogenannte wasserfreie Milchsäure.

Lacton, $C_{10}\,H_8\,O_4$ (entstanden nach der Formel $2\,C_6\,H_5\,O_5 . HO - [2\,CO_2 + 4\,HO] = C_{10}\,H_8\,O_4$) wird erhalten, wenn man die flüssigen Destillationsproducte der Milchsäure bei 130° von Neuem destillirt, das Destillat mit Wasser wäscht und das Unlösliche durch Chlorcalcium trocknet; das reine Lacton ist eine farblose, aromatisch riechende, brennend schmeckende Flüssigkeit, welche bei 92° siedet und entzündet mit blauer Flamme verbrennt.

Lactamid, $C_6\,H_7\,N\,O_4 = H_2\,N . C_6\,H_5\,O_4$, entsteht aus Lactid und trocknem Ammoniakgas, krystallisirt in farblosen, geraden, rechtwinkligen Prismen, löst sich in Wasser und heissem Alkohol, wird durch Alkalien in Ammoniak und Milchsäure zerlegt. Dieser Körper ist übrigens dem von *Liebig* entdeckten, stark basischen *Sarkosin* ebensowohl, als dem schon länger bekannten, indifferenten *Urethan* isomer.

Darstellung. Die Milchsäure bildet sich sehr oft bei der Gährung zucker- oder stärkmehlhaltiger Flüssigkeiten, und man hat daher mit demselben Rechte, mit dem man Essigsäure- und Buttersäure-

[1]) *Pelouze*, Compt. rend. T. 19 p. 1219 — 1227.

gährung annahm, auch eine Milchsäuregährung statuiren zu dürfen geglaubt. Die Milchsäure ist daher nicht nur bei dem Sauerwerden der Milch, sondern auch in den Sauerwässern der Stärkefabriken, im Sauerkraute, den sauren Gurken, gegohrnen Runkelrübensafte u. dergl. gefunden worden. (Die Bedingungen zu dieser Umwandlung s. unter „*Milchgährung*“ im zweiten Theile.)

Am besten gewinnt man sie, wenn man Zucker unter Mitwirkung von Milch und Käse einer solchen Gährung aussetzt. *Bensch*[1]) hat zu dem Zwecke folgende sehr praktische Methode empfohlen: 6 Th. Rohrzucker, 1/16 Th. Weinsäure, 8 Th. saure Milch, 1/2 Th. alter Käse und 3 Th. geschlemmte Kreide werden in 26 Th. Wasser angerührt und einer Temperatur von 32° ausgesetzt. Nach 8 bis 10 Tagen hat sich ein steifer Brei von milchsaurem Kalk gebildet; wird derselbe mit 20 Th. Wasser und 1/16 Th. Aetzkalk gekocht und siedend heiss filtrirt, so scheidet sich nach einigen Tagen, wenn vorher die Flüssigkeit etwas eingedampft worden war, der milchsaure Kalk in Körnern ab. Das abgepresste und wieder in seinem doppelten Gewichte Wasser gelöste Salz wird mit 7/32 Th. Schwefelsäure versetzt, der präcipitirte Gyps abfiltrirt und die saure Flüssigkeit mit 3/10 kohlensaurem Zinkoxyd gesättigt. Das krystallisirte Zinksalz wird durch Schwefelwasserstoff zersetzt, die Flüssigkeit erst in der Wärme, dann im Vacuo concentrirt; das Milchsäurehydrat wird endlich durch Auflösen in Aether vollständig gereinigt.

Aus der Fleischflüssigkeit stellt *Liebig*[2]) die Milchsäure auf folgende Weise dar: Von Fett möglichst befreites Fleisch wird kleingehackt, mit Wasser wiederholt zusammengeknetet und ausgepresst, hierauf die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, vom Coagulum abfiltrirt, dann mit Barytwasser versetzt, wieder filtrirt und nun durch Verdampfen sehr stark concentrirt. Nach einigen Tagen krystallisirt das Kreatin heraus; die von demselben abgegossene Mutterlauge wird noch etwas stärker concentrirt und dann allmälig mit kleinen Parthien Alkohol versetzt, wodurch inosinsaurer Baryt und Kali zur Krystallisation gebracht werden. Die Mutterlauge nun, aus welcher sich die inosinsauren Salze abgesetzt haben, wird verdunstet und der Rückstand mit Alkohol extrahirt; aus diesem alkoholischen Extracte setzen sich nach längerm Stehen noch Krystalle ab, während in der Mutterlauge fast reines milch-

---

[1]) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 174—176.

[2]) *Liebig*, ebendas. Bd. 62, S. 312.

saures Kali bleibt. Hierzu setzt man nun Schwefelsäure oder Oxalsäurelösung (mit ⅓ Säuregehalt) und fällt dann durch Alkohol das schwefelsaure oder oxalsaure Kali aus. Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Aether versetzt, so lange dieser noch etwas ausfällt, dann die Lösung bis zum Syrup verdunstet, und dieser mit dem halben Volumen Weingeist und dem fünffachen Volumen Aether versetzt, welcher fast reine Milchsäure aufnimmt. Aus dieser kann man noch milchsauren Kalk darstellen, dessen spirituöswässrige Lösung durch Blutkohle gereinigt und dann zur Krystallisation abgedampft wird. Aus dem Kalksalze wird die Milchsäure dann leicht durch Schwefel- oder Oxalsäure unter Hülfe von Alkohol und Aether getrennt.

Prüfung. Die Untersuchung auf Milchsäure gehört zu den schwierigsten Aufgaben der animalisch-chemischen Analyse. Dies beweist auch der so lange Zeit geführte Streit über die Gegenwart oder Nichtgegenwart der Milchsäure im thierischen Organismus überhaupt. Um sie mit Bestimmtheit nachzuweisen, muss sie zunächst von andern organischen Substanzen getrennt werden, aber darin liegt gerade eine grosse Schwierigkeit; denn fast keiner Säure hängen so hartnäckig fremde Körper an, als gerade dieser. Wir haben so eben in der von *Liebig* angegebenen Darstellungsmethode der Milchsäure aus dem Fleischsafte einen der besten Wege kennen gelernt, um die Milchsäure aus thierischen Flüssigkeiten abzuscheiden. Ist man mit den Eigenschaften der Milchsäure und ihrer Salze hinreichend bekannt, so lässt sich jene Methode vielfach abändern, was um so nothwendiger ist, als man selten bei animalisch-chemischen Untersuchungen über so grosse Mengen von Material zu gebieten hat, als bei jener Darstellungsweise vorausgesetzt wird. Aus den meisten andern thierischen Säften erhält man selten so grosse Mengen Milchsäure, dass selbst eine zur Elementaranalyse ausreichende Menge erhalten würde. Selbst zu einer Atomgewichtsbestimmung lässt sich oft nicht die hinreichende Menge eines reinen milchsauren Salzes darstellen. Man ist daher sehr oft genöthigt, die Dokymasie der Milchsäure hauptsächlich auf die Krystallform ihrer Salze zu begründen. So viel die übrigen Eigenschaften der milchsauren Salze mit zur Beweisführung der Gegenwart jener Säure beitragen können, so geben doch erst krystallometrische, durch das Mikroskop ausgeführte Untersuchungen eine der der Elementaranalyse an die Seite zu stellende Sicherheit. Wegen der bereits erwähnten höchst geringen Menge von Milchsäure, welche man aus thierischen Säften erhält, pflege ich folgenden leicht abzuändernden Weg einzu-

schlagen, um die Formen verschiedener Salze unter dem Mikroskop zu studiren: Die aus dem alkoholischen Extracte durch Schwefelsäure oder Oxalsäure dargestellte unreine Milchsäure wird mit Barytwasser versetzt und der Ueberschuss des letztern durch Kohlensäure entfernt; die Lösung des milchsauren Baryts wird zur Syrupsconsistenz verdunstet, mit Alkohol versetzt filtrirt, wieder verdunstet und einige Zeit stehen gelassen, um andere Barytsalze, z. B. buttersauren oder inosinsauren Baryt zur Krystallisation zu bringen, dann der Syrup abträufeln gelassen, oder, wenn sich nichts ausgeschieden hat, in Wasser gelöst und mit einer Gypslösung versetzt, die vom schwefelsauren Baryt abfiltrirte Flüssigkeit stark concentrirt, wo sich dann neben Gypskrystallen die beschriebenen Doppelbüschel von milchsaurem Kalk unter dem Mikroskop leicht erkennen lassen. Diese Krystalle werden in Alkohol gelöst und der alkoholischen Lösung des milchsauren Kalks schwefelsaures Kupferoxyd zugesetzt, die Flüssigkeit, nachdem sie einige Zeit gestanden hat (um das überschüssige Kupfersulphat möglichst zur Abscheidung neben dem gebildeten Gyps zu bringen), zur Krystallisation verdunstet und die Krystalle des milchsauren Kupferoxyds mikroskopisch untersucht. Haben sich hier nicht deutliche und messbare Krystalle gebildet, so wird der Rückstand in etwas Wasser gelöst und (zur Zersetzung oder Abscheidung etwa noch vorhandener Buttersäure) stark gekocht, filtrirt und in die ziemlich concentrirte Flüssigkeit ein Zinkstäbchen gestellt. Da, wie oben angegeben, milchsaures Kupferoxyd weit leichter in Wasser löslich ist, als milchsaures Zinkoxyd, so bedeckt sich, wenn die Flüssigkeit concentrirt genug war, das Zink sehr bald mit weissen Krystallen von milchsaurem Zinkoxyd, die, weil sie langsam entstehen, meist sehr gut unter dem Mikroskop messbar sind. Hier findet man schon mit blossem Auge unterscheidbare Krystallgestalten. Sollte man indessen eine genaue krystallometrische Untersuchung wegen Mangels an dem dazu nöthigen Goniometer nicht ausführen können, so fälle man die Lösung des Zinksalzes durch Zinnchlorür siedend heiss und lasse sie einige Zeit stehen; man wird alsdann unter dem Mikroskop Krystalldrusen finden, die Gruppen ineinander geschobener dicker rhombischer Tafeln bilden. Hat man auf diese Weise die verschiedenen milchsauren Salze dargestellt und explorirt (was bei einiger Uebung auch mit ziemlich kleinen Mengen möglich ist), so bedarf es kaum noch einer Elementaranalyse oder Atomgewichtsbestimmung, um sich von der Gegenwart der Milchsäure für überzeugt zu halten.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Zweifel über die Natur der freien Säure des **Magensaftes** haben eine grosse Anzahl von Untersuchungen über diesen Gegenstand hervorgerufen. *Prout* [1]) und *Braconnot* [2]) glaubten aus ihren Versuchen schliessen zu dürfen, dass der Magensaft keine Milchsäure, sondern nur Salzsäure enthalte. Später glaubte *Lehmann* [3]) die Gegenwart der Milchsäure im Magensafte mehrerer fleischfressenden und pflanzenfressenden Thiere durch Darstellung einzelner milchsaurer Salze mit Bestimmtheit erwiesen zu haben, und leitete das Auftreten freier Salzsäure nur von Zersetzung der Chlormetalle durch Milchsäure bei dem Abdampfen oder Destilliren des Magensaftes her. Dieselbe Ansicht vertrat *Hünefeld* [4]). Es war nun eine Zeit, wo *Liebig* das Vorkommen der Milchsäure überhaupt in thierischen Säften völlig läugnete, und desshalb vermochte *Enderlin* [5]) im Magensafte eines kurz vorher Enthaupteten ebensowenig Milchsäure aufzufinden, als es ihm gelang, kohlensaures Natron in einer Blutasche zu finden. *Blondlot* [6]) fand im reinen Magensafte der Hunde auch keine Milchsäure, und schob die saure Reaction desselben auf sauren phosphorsauren Kalk, während *Lassaigne* [7]) gegen diesen die Anwesenheit freier Salzsäure zu erweisen suchte. Später stellten *Bernard* und *Barreswil* [8]), *Pelouze* [9]), so wie auch *Thomson* [10]) eine Reihe von Versuchen an, durch welche sie sich von der Gegenwart der Milchsäure im reinen Magensafte überzeugt zu haben glaubten. In letzter Zeit hat *Lehmann* [11]) aus einer grössern Menge reinen Magensafts milchsaure Salze dargestellt, und diese in solchen Quantitäten erhalten, dass er mit mehrern derselben Elementaranalysen und Atomgewichtsbestimmungen vornehmen konnte, welche die Säure des Magensaftes als völlig identisch mit Milchsäure erwiesen. Derselbe fand, dass reiner Magensaft selbst beim blossen

---

[1]) *Prout*, Schweig. Journ. Bd. 42, S. 473.

[2]) *Braconnot*, Ann. de Chim. T. 59, p. 348.

[3]) *Lehmann*, erste Aufl. dieses 1840. Bd. 1, S. 284. Bericht üb. d. Fortschritte der physiol. u. path. Ch. im J. 1842. Leipzig bei Wigandt. S. 10.

[4]) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. Bd. 2, S. 81 ff.

[5]) *Enderlin*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 46, S. 123.

[6]) *Blondlot*, Traité analytique de la Digestion. Paris et Nancy 1843. p. 244 ff.

[7]) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 10, p. 73 et 189.

[8]) *Bernard* und *Barreswil*, Journ. de Pharm. et de Chim. Janv. 1845. p. 49.

[9]) *Pelouze*, Compt. rend. T. 19, p. 1227.

[10]) *Thomson*, Philos. Mag. 3 S. T. 26, p. 420.

[11]) *Lehmann*, Berichte d. Gesellschaft d. Wiss. zu Leipz. Bd. 1, S. 100—105.

Verdunsten im Vacuo allerdings Salzsäure entwickelt (in einem Falle 0,125% Chlorwasserstoff), dass aber alsdann immer noch ein saurer Rückstand bleibt, welcher neben freier Milchsäure milchsauren Kalk und Chloralkalien enthält, woraus zu schliessen ist, dass, wenn man auch annimmt, es könne neben milchsaurem Kalk nur freie Salzsäure bestehen, im Magensafte doch selbst neben dieser freien Salzsäure auch freie Milchsäure mit milchsauren Salzen enthalten ist.

Nach meinen Beobachtungen wird Chlorcalcium (nicht aber Chlornatrium, wie *Bernard* und *Barreswil* behaupten) beim Verdunsten mit freier Milchsäure selbst im Vacuo zersetzt; daher durfte es nicht Wunder nehmen, dass aus reinem Magensafte sich im Vacuo Dünste entwickelten, welche über salpetersaures Silberoxyd geleitet Chlorsilber bildeten. Bemerken muss ich übrigens, dass die von mir aus dem reinen Magensafte sowohl, als aus den Magencontentis dargestellten milchsauren Salze nicht die Zusammensetzung der *a* Milchsäure hatten, sondern der aus Zucker erzeugten *b* Milchsäure. *Bernard* und *Barreswil* führen gegen die *Prout*'sche Behauptung an, dass der reine Magensaft von einem Tropfen einer verdünnten Oxalsäurelösung deutlich getrübt werde, während eine gleiche Menge Oxalsäure in einer Kalklösung, die nur $^1/_{1000}$ freie Salzsäure enthält, keinen Niederschlag verursacht; ferner: beim Kochen mit Salzsäure verliert das Stärkmehl die Eigenschaft, durch Iod blau gefärbt zu werden, während Milchsäure diese Veränderung nicht hervorbringt. Kocht man die Lösung eines milchsauren Salzes mit etwas Salzsäure und Amylon, so bleibt dieses unverändert; Stärkmehl mit Magensaft gekocht, behält die Eigenschaft bei, durch Iod gebläut zu werden.

Verschiedene Autoren haben zwar im normalen Speichel die Gegenwart milchsaurer Alkalien angenommen und die zuweilen auftretende saure Reaction des Speichels von freier Milchsäure abgeleitet, allein bei der geringen Menge festen Rückstands, welchen der Speichel giebt, ist es mir selbst mit grössern Parthien desselben (sowohl dem des Menschen als dem des Pferdes) nicht gelungen, milchsaure Salze mit Sicherheit nachzuweisen: dagegen gelang es mir, grössere Mengen des Speichels eines an Diabetes mellitus Leidenden zu sammeln und mich von dem Gehalte desselben an freier Milchsäure bestimmtest zu überzeugen.

So oft ich Diabetes mellitus beobachtet habe, zeigte der Speichel saure Reaction; mit dieser Erscheinung und dem heftigen Durste solcher Kranken ist zuweilen eine reichlichere Speichelabsonderung verbunden, durch welche die Gelegenheit, solchen Speichel zu untersuchen, geboten wurde. Da solcher Kranken Speichel zuweilen (nicht immer) Zucker enthält, so sorgte ich dafür, dass derselbe unmittelbar aus dem Munde in Alkohol abfloss, damit etwaige Milchsäurebildung aus dem Zucker vermieden wurde. Das gewonnene Zinksalz zeigte die dem milchsauren Salze zukommende Krystallform sehr deutlich.

Trotz der vermeintlich neutralisirenden Eigenschaft der Galle findet man die Contenta des Dünndarms bei pflanzenfressenden und fleischfressenden Thieren, so wie bei den sog. Omnivoren immer von saurer Reaction, die sich jedoch nach dem Ileum hin zu verringern pflegt; am stärksten tritt die saure Reaction im Duodenum hervor, und zwar besonders bei pflanzenfressenden Thieren. Dass hier die saure Reaction von Milchsäure herrührt, davon kann man sich am leichtesten bei Pferden überzeugen, in deren Duodenuminhalte man sogar (hauptsächlich nach dem Genusse stärkmehlreicher Nahrungsmittel) milchsauren Kalk neben freier Milchsäure vorfindet. Ob die saure Reaction des Schleimsaftes nüchterner Thiere von Milchsäure herrührt, lässt sich bei den geringen Mengen, die man nur davon sammeln kann, nicht mit Gewissheit entscheiden.

Zu wiederholten Malen habe ich den Inhalt des Duodenums eben getödteter Pferde (gesunder, die einer Verwundung wegen getödtet wurden, oder an Malleus erkrankter) unmittelbar in Alkohol fliessen lassen und erhielt aus der heissfiltrirten Flüssigkeit nach dem Concentriren ein weisses, körniges Sediment, welches unter dem Mikroskop die bekannten Doppelbüschel von milchsaurem Kalk zeigte; eine zu einer Analase desselben gesammelte Menge enthielt 28,97% Wasser und im wasserfreien Zustande 25,831% Kalk, 32,982% Kohlenstoff und 4,513% Wasserstoff; dieses Salz war also *b* milchsaurer Kalk. Aus der Alkohollösung wurde die Milchsäure wie gewöhnlich abgeschieden, und das Talkerde- und Zinksalz krystallometrisch untersucht und quantitativ analysirt, so dass über die Existenz der Milchsäure in jener Flüssigkeit kein Zweifel blieb.

Tiedemann und *Gmelin*[1]), so wie *Valentin*[2]) leiten die saure Reaction des Dünndarmschleims von Milchsäure ab, und sie schliessen dies daraus, dass jener Schleim beim Einäschern eine kohlensäurereiche Asche giebt, was wenigstens nicht in dem Grade der Fall sein könnte, wenn die freie Säure jenes Schleimes eine Mineralsäure wäre.

Auch im Dickdarm haben die Contenta oft noch saure Reaction, und zwar constant nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel; in zwei Fällen, wo ich aus einem Anus praeternaturalis am Colon adscendens grössere Mengen solcher Contenta zu sammeln vermochte, gewann ich so viel Milchsäure, um wenigstens das Zinksalz und Talkerdesalz krystallometrisch zu prüfen.

Der vom Dickdarm (ja schon der vom untern Theil des Ileums) abgesonderte Saft reagirt immer alkalisch; daher die äussern Theile der aus dem Dickdarm entfernten Contenta meist neutral oder alkalisch sind; die innern

[1]) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 1, S. 349.
[2]) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. d. Menschen. Bd. 1, S. 343.

Theile findet man aber nach vegetabilischer Kost immer sauer, wie auch *Steinhäuser* [1]) gefunden hat.

Ob in dem Chylus constant milchsaure Salze vorkommen, muss für jetzt noch unentschieden bleiben. In dem aus dem Milchbrustgange zweier Pferde (von denen eines zwei Stunden vor dessen Tödtung mit Hafer, das andere mit Bolis aus Stärkmehl gefüttert worden war) erhaltenen Chylus wurde Milchsäure mit Sicherheit nachgewiesen.

Hier sowohl als bei der Untersuchung des aus Lymphe oder Blut erhaltenen alkoholischen Extractes ist auf die fettsauren Salze besonders Rücksicht zu nehmen, und desshalb wurde nach Abscheidung der reinen Michsäure durch Aether das Extract zur Entfernung der nicht flüchtigen Fettsäuren erst mit Wasser gekocht und nach dem Erkalten filtrirt, nachher aber, wie oben angeführt, die Milchsäure auf Baryt, von diesem auf Kupferoxyd und von demselben auf Zinkoxyd übergetragen, damit hierdurch die sog. flüchtigen Fettsäuren möglichst abgeschieden wurden. Diese Untersuchung liess keinen Zweifel übrig über die Existenz milchsaurer Salze im Chylus von Pferden während der Verdauung stärkmehlreicher Nahrungsmittel.

In der Lymphe hat noch Niemand die Milchsäure mit wissenschaftlicher Genauigkeit nachgewiesen; indessen ist deren Gegenwart in derselben keineswegs unwahrscheinlich; denn abgesehen davon, dass *Marchand* und *Colberg* [2]), so wie *Geiger* und *Schlossberger* [3]) in der Asche der kaum oder gar nicht alkalisch reagirenden, von eiweissartigen Bestandtheilen vorher befreiten Flüssigkeit der Lymphe sehr viel kohlensaures Alkali fanden: so lässt sich auch nicht einsehen, auf welchem andern Wege als durch die Lymphe die grossen Mengen in den Muskeln gebildeter Milchsäure fortgeschafft würden.

Im gesunden Blute milchsaure Salze nachzuweisen, ist ebenso schwierig oder unmöglich, wie der Nachweis von Harnstoff in demselben; ja es gelingt vielleicht nie, den positiven Beweis für die Existenz des milchsauren Alkalis im gesunden Blute durch den directen Versuch zu führen: allein die einfachste Induction leitet uns darauf hin, solches auch im normalen Blute anzunehmen, wenn es auch nur sehr kurze Zeit darin verweilt. Wir wissen aus zahlreichen Versuchen, wie schnell untaugliche Stoffe und namentlich leicht lösliche Salze aus dem thierischen Organismus durch die Nieren entfernt werden; wir wissen, wie ausserordentlich bald nach dem Genusse Jodkalium im

---

[1]) *Steinhäuser*, experim. nonnulla de sensibilitate et functionibus intestini crassi. Diss. inaug. Lips. 1842.

[2]) *Marchand* und *Colberg*, Poggend. Ann. Bd. 43, S. 625.

[3]) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Med. Bd. 5, S. 394.

Harn wieder erscheint; wir wissen, dass Harnstoff nur desshalb noch nicht im gesunden Blute nachgewiesen wurde (trotz der Behauptungen Einiger), weil er nur so kurze Zeit im Blute verweilt, dass seine Menge in demselben für unsere jetzigen chemischen Mittel kaum nachweisbar ist (*Marchand*[1]); es darf uns desshalb nicht wundern, wenn auch die Milchsäure im normalen Blute noch nicht mit aller wissenschaftlichen Genauigkeit nachgewiesen worden ist, zumal da diese auf mehr als einem Wege aus dem Blute entfernt wird. Die milchsauren Alkalien werden im Blute noch schneller und in noch grösserer Menge verbrannt, d. h. in kohlensaure Alkalien verwandelt, als sie in den Harn übergehen. So lange wir nicht nachweisen können, dass die in dem Muskelgewebe in grosser Menge angehäufte, in dem Chylus und der Lymphe aufgefundene Milchsäure schon in diesen Theilen selbst umgewandelt werde: so lange müssen wir um so eher einen Uebergang derselben in das Blut annehmen, als wir die Gründe recht wohl kennen, wesshalb es der chemischen Analyse noch nicht gelungen ist, die Milchsäure mit aller wissenschaftlichen Schärfe im normalen Blute nachzuweisen. Auf welchem andern Wege als durch das Blut sollte aber die Milchsäure des Chylus oder der Muskelfaser in den Harn übergehen können? So wie sich aber der Harnstoff abnormer Weise im Blute in solchen Mengen ansammeln kann, dass diese der chemischen Analyse zugänglich sind, so auch die Milchsäure. Auf das Vorkommen von Milchsäure im krankhaften Blute hat besonders *Jos. Scherer*[1]) aufmerksam gemacht; derselbe beobachtete in einer Puerperalfieberepidemie öfter sauer reagirendes Blut und häufiger noch ein solches, in welchem, da nur freies Albumin und kein Natronalbuminat gefunden wurde, eine freie Säure aufgetreten sein musste. *Scherer* hat nun zwar in solchem Blute selbst nicht die Milchsäure direct nachgewiesen; allein da er aus den gleichzeitigen Exsudaten die Milchsäure wirklich ausschied und an ihren Salzen erkannte, so dürfte wohl seine Schlussfolgerung, dass demnach auch die saure Reaction des Blutes von Milchsäure bedingt werde, nicht eben verwerflich sein. Saure Reaction des Blutes und den von *Scherer* beschriebenen ähnliche Zustände fand ich nur dreimal: in einem Falle von Pyämie bei einem Manne und im Blute zweier Frauen (erst 6 bis 10 Wochen nach der Entbindung); in keinem Falle stand mir so viel Material zu Gebote, um die Milchsäure als solche mit Sicherheit nachzuweisen.

[1]) *Marchand*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 11, S. 149.

[2]) *Jos. Scherer*, Untersuchungen zur Pathol. Würzburg 1843. S. 147—194

Wie schnell die milchsauren Salze im Blute in kohlensaure umgewandelt werden, dürfte aus folgenden von mir angestellten Versuchen [1]) einleuchten: Schon 13 Minuten nach dem Genusse einer halben Unze milchsauren Natrons (als trocken berechnet) reagirte mein Harn alkalisch. Dass übrigens die Umwandlung der organisch-sauren Alkalien in kohlensaure (wie das zuerst *Wöhler* dargethan) nicht etwa schon in den ersten Wegen, sondern wirklich im Blute vor sich geht, lehrten mich directe Versuche an Hunden, denen ich verschiedene Mengen milchsaures Natron in die Jugularis injicirte; nach 5, spätestens 12 Minuten zeigte deren Harn bereits alkalische Reaction.

Man hat gegen die Anwesenheit der milchsauren Salze im Blute eingewendet, dass die Asche des Blutes nicht alkalisch reagire, und übrigens auch keine kohlensauren Alkalien enthalte; wir haben an einer andern Stelle dieses Werks gezeigt, dass diese Beobachtung *Enderlin's* weder vor ihm noch nach ihm von irgend Jemandem gemacht oder bestätigt worden ist; s. „Asche des Blutes", sondern dass bei vorsichtigem Einäschern sich allerdings kohlensaures Alkali im Blute findet, und selbst, wenn dieses nicht der Fall wäre, könnte dies nichts gegen die Gegenwart der Milchsäure beweisen, da beim Einäschern des Blutes genug Schwefel und Phosphor verbrennt, um das vorher an Milchsäure gebundene Alkali zu sättigen. Ohnedies wird durch gewöhnliches phosphorsaures Natron aus kohlensaurem die Kohlensäure ausgetrieben, indem das erstere sich in dreibasisch phosphorsaures Natron verwandelt.

In Exsudaten namentlich nach Puerperalfiebern fand *Scherer* [2]) die Milchsäure frei und gebunden, oft in sehr bedeutender Menge (in einem Falle 0,105% freie Milchsäure). Auch in den Exsudaten eines sogenannten Empyems fand derselbe natronfreies Albumin, von dem er glaubt, dass ihm das Alkali durch Auftreten von Milchsäure entzogen worden ist.

Die Milchsäure, welche zuerst von *Scheele* in der Milch entdeckt wurde, findet sich in gesunder Milch von Menschen oder Thieren *nicht* vor; nur im abnormen Zustande oder nach rein animalischer Kost wird zuweilen eine Lackmus röthende Milch abgesondert, welche wahrscheinlich Milchsäure enthält. Gesunde Milch erlangt nur erst nach ihrem Austritte aus den Milchdrüsen an der Atmosphäre saure Reaction, welche durch die aus dem Milchzucker durch Gährung entstandene Milchsäure bedingt wird.

Berzelius [3]) hat bereits vor 42 Jahren freie Milchsäure in den Flüssigkeiten des Fleisches nachgewiesen, und Niemand, der die Versuche dieses zuverlässigsten und scharfsinnigsten aller Experi-

---

[1]) *Lehmann*, Jahresber. 1843. S. 10.

[2]) *Scherer*, a. a. O.

[3]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 573. Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 1832. Jahresber. Bd. 27, S. 585—594.

mentatoren wiederholte, konnte namentlich nach den durch neuere Untersuchungen bekannt gewordenen Eigenschaften der Milchsäure und ihrer Salze diese Säure mit irgend einer andern verwechseln. *Berzelius* hatte übrigens nicht für nöthig befunden, den Beweis für Anwesenheit der Milchsäure in jener Flüssigkeit durch eine Elementaranalyse, vor der er sich gewiss nicht scheute, erst noch zu erhärten. *Liebig*, der bis dahin, auf Untersuchungen seiner Schüler fussend, die Gegenwart der Milchsäure im lebenden Thierkörper durchweg geläugnet hatte, vermochte deren Gegenwart in der Muskelflüssigkeit nicht länger in Abrede zu stellen, und gab auch deren Anwesenheit im Magensafte zu, als er seine vortreffliche Untersuchung über die Flüssigkeiten des Fleiches der Thiere ausführte und veröffentlichte. Die freie Säure ist übrigens in so überwiegender Menge in den Muskeln enthalten, dass *Liebig* glaubt, dieselbe sei mehr als hinreichend, um das Alkali aller alkalischen Flüssigkeiten des Thierkörpers zu sättigen. *Berzelius* glaubt sich überzeugt zu haben, dass ein Muskel desto mehr freie Milchsäure enthält, je mehr er vorher angestrengt worden ist.

Berzelius schied auf folgende Weise die Milchsäure aus den alkoholischen Extracten thierischer Säfte aus: Zur Ausfällung der Alkalien wurde Weinsäure angewendet, und dann die filtrirte saure Lösung mit kohlensaurem Bleioxyd digerirt; die von den übrigen Bleisalzen durch Filtriren getrennte alkoholische Lösung des milchsauren Bleioxyds ward mit Schwefelwasserstoff behandelt, so dass nur mit sogenanntem Extractivstoff verunreinigte Milchsäure in Lösung blieb. Nach der Verdunstung des Alkohols wurde die Säure durch von Erden gereinigte Thierkohle filtrirt und dann mit Zinnoxydulhydrat behandelt, wodurch jenes schwerlösliche milchsaure Salz ausgeschieden wurde. Dieses ward dann wieder durch Schwefelwasserstoff zerlegt und die Milchsäure weiter untersucht.

Im Schweisse glauben *Anselmino*, *Thenard* und *Berzelius*[1]) Milchsäure und milchsaures Ammoniak gefunden zu haben.

In der Galle muthmasst *Berzelius*[2]) ebenfalls milchsaures Alkali.

Es lässt sich schon aus dem, was wir oben über die schleunige Umwandlung der milchsauren Alkalien im Blute gesagt haben, von vorn herein erwarten, dass die Milchsäure im Harn, wenn sie überhaupt in demselben vorkommt, ein höchst variabler Bestandtheil desselben sein werde; und diese Voraussetzung hat sich auch durch die Erfahrung bestätigt. So eifrig ich selbst früher die Ansicht vertreten habe, dass Milchsäure constant im thierischen Harn vorkomme, und die saure

[1]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 393.
[2]) Ders., ebendas. S. 293.

Reaction desselben lediglich von jener Säure herrühre, so habe ich mich doch überzeugt, dass die früher von mir obwohl sorgfältig ausgeführten Untersuchungsmethoden auf jene Säure zu Täuschungen Veranlassung geben können, namentlich wenn man sich mit der blossen Darstellung des Zinksalzes begnügt; allein man irrt ebensosehr, wenn man zu behaupten wagt, dass der Harn gesunder Menschen und Thiere unter gewissen physiologischen Verhältnissen niemals Milchsäure oder milchsaure Salze enthalte. Eine weiter ausgedehnte Untersuchung hat mich zu folgenden Resultaten geführt: In allen Fällen, wo entweder die Zufuhr milchsaurer Salze zum Blute sehr gross ist, rühre dieselbe von einer grössern Menge in den Muskeln erzeugter Säure oder von den entsprechenden Nahrungsmitteln her, oder wo die Oxydation im Blute nicht genügend von Statten geht: lässt sich im Harn Milchsäure mit aller der Sicherheit nachweisen, welche die heutige Wissenschaft nur von solchen Untersuchungen erwarten kann. Daher rührt es, dass selbst bei einem und demselben Individuum an einem Tage Milchsäure im Harn gefunden wird, an einem andern aber nicht; daher kommt es, dass bei vielen Personen sich keine Milchsäure im Harn nachweisen lässt, bei andern dagegen (und zwar insbesondere bei solchen, die in Folge wiederholter Catarrhe an partieller Erschlaffung des Lungengewebes leiden und sich oft noch ganz gesund dünken) constant diese Säure im Harn auftritt; daher rührt es, dass Thiere bei stärkmehlreichem Futter und stetem Aufenthalt im Stalle Milchsäure durch die Nieren (ja zum Theil auch durch die Milchdrüsen) ausscheiden, während man in ihrem Harn unter andern Verhältnissen nichts von dieser Säure entdecken kann; daher rührt es endlich, dass in den meisten fieberhaften Krankheiten Milchsäure im Harn nachzuweisen ist.

Die Details dieser Untersuchungen, die an einem andern Orte demnächst niedergelegt werden sollen, liefern vielfache Bestätigungen der von mir früher über den Harn angestellten Versuche [1]). *Berzelius* [2]) zweifelte auch in letzter Zeit nicht an der Richtigkeit seiner früher betreffs des Milchsäuregehalts des Harns erlangten Resultate. *Boussingault* [3]) wies noch in neuester Zeit die Milchsäure im Harn mit Kartoffeln gefütterter Schweine, so wie in dem der Kühe und Pferde nach (im Harn des Pferdes fand er z. B. 1,128% milchsaures Kali und 0,881% milchsaures Natron).

Für den oben ausgesprochenen Satz spricht auch die von mir fast durch-

---

[1]) *Lehmann*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 25, S. 1 u. Bd. 27, S. 257. Wörterb. d. Physiol. Bd. 1, S. 10.

[2]) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 590.

[3]) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér., T. 15, p. 97—114.

gängig gemachte Erfahrung, dass neben der Gegenwart einer erheblichen Menge oxalsauren Kalks im Harn immer auch Milchsäure gefunden wurde, so dass man schon aus der mikroskopischen Untersuchung eines Harns oft auf Gegenwart oder Abwesenheit der Milchsäure im Harn schliessen kann. Darum gesellt sich auch in Krankheiten, wo wir eine Vermehrung des Kalkoxalats wahrnehmen, z. B. bei Lungenemphysem, Nervenstörungen, Rhachitis u. dergl., immer Milchsäure zu diesem Salze. *Scherer* [1]) und *Marchand* [2]) haben im Harn rhachitischer Kinder zuweilen eine erhebliche Vermehrung der Milchsäure beobachtet, wie ich sie auch bei der sog. Osteomalacie der Erwachsenen gefunden habe.

Zu Untersuchungen auf den Gehalt an Milchsäure muss, wenn man aus der Constitution des Nierenexcretes etwas schliessen will, stets frischer Harn verwendet werden; denn wir sind durch *Scherer's* [3]) schöne Untersuchung über die Harngährung zuerst auf die allmälige Zunahme der freien Säure des Harns beim Stehen an der Luft aufmerksam gemacht worden; hier muss sich die Milchsäure aus irgend einem unbekannten Stoffe, einem sog. Extractivstoffe, bilden; ich [4]) hatte etwas Aehnliches früher nur vom diabetischen Harne gezeigt, den ich frisch gelassen immer neutral fand, später aber sauer werden sah; wegen des Zuckergehalts des diabetischen Harns war jedoch diese Erfahrung weniger wichtig, als die *Scherer's*. Man kann hieraus wohl schliessen, dass der von den Nieren excernirte Harn bereits in der Blase eine ähnliche Säuerung erleide, und dass daher die oft gefundene Milchsäure doch erst ein Zersetzungsproduct sei, welches sich ausser der Sphäre vitaler Thätigkeit gebildet habe. Ist es aber erlaubt, diese Milchsäuregährung nach dem Vorkommen von Krystallen freier Harnsäure zu beurtheilen, so kann sie in der Blase nur höchst selten eintreten, da nur in sehr seltenen Fällen ein Harn entleert wird, der frischgelassen schon freie Harnsäure enthält: denn es ist ein sehr irriger, leider aus einer Semiotik in die andere übergepflanzter Wahn, dass die Fälle häufig seien, wo frischgelassener Harn bereits freie Harnsäure enthalte.

C. Schmidt [5]) hat aus der Flüssigkeit eines osteomalacischen Röhrenknochens, die stark sauer reagirte, Milchsäure ausgeschieden, indem er milchsaures Zinkoxyd darstellte, dessen Krystalle krystallometrisch bestimmte und damit eine Elementaranalyse ausführte.

Ursprung. Wenn wir uns aus dem Vorkommen der Milchsäure im Thierkörper einen Schluss auf deren Entstehung erlauben dürfen, so werden wir darauf geführt, einen doppelten Ursprung derselben anzunehmen. Kaum möchte wohl Jemand daran zweifeln, dass die nach der Verdauung von Vegetabilien in den Darmcontentis und im Chylus ge-

---

[1]) *Scherer*, Unters. z. Pathol. S. 74 ff.
[2]) *Marchand*, Lehrb. d. phys. Ch. S. 105.
[3]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42, S. 171 u. Unters. z. Pathol. S. 1—16.
[4]) *Lehmann*, de urina diabet. diss. inaug. Lips. 1835.
[5]) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 302—306.

fundene Milchsäure ihre Entstehung dem Stärkmehl oder Zucker der Nahrungsmittel verdanke, die bei ihrem Aufenthalte in den ersten Wegen sich nach einer ähnlichen Gleichung in jene Säure umwandeln, wie bei der sogenannten Milchgährung. Allein schwieriger dürfte es sein, die wahre Genesis der in den Muskeln in so grosser Menge angehäuften Milchsäure zu erweisen; man könnte zwar annehmen, dass die in den ersten Wegen aus Vegetabilien gebildete Milchsäure durch irgend einen Mechanismus oder Chemismus vorzugsweise von der Muskelfaser angezogen werde, sich darin anhäufe und dort zu besondern Zwecken diene: allein dagegen spricht doch einigermassen die Erfahrung, dass fleischfressende Thiere in ihren Muskeln nicht weniger Milchsäure enthalten als pflanzenfressende, und dass im Harn der Carnivoren und des Menschen, sobald er sich nur von Animalien nährt, immer noch freie Milchsäure gefunden wird, was schwerlich der Fall wäre, sollte die den Muskeln zugeführte Säure nur von der in dem genossenen Fleische enthaltenen Milchsäure herrühren. Betrachtet man aber die Milchsäure der Fleischflüssigkeit nur als ein Umwandlungsproduct, welches sich bei der Function der Muskelfaser gebildet hat, so steht der Ansicht, diese Säure gehe aus der Zersetzung der Muskelsubstanz selbst hervor, eigentlich nichts weiter entgegen, als dass es bisher noch nicht gelungen ist, aus irgend einem stickstoffhaltigen Thierstoffe, sei er eiweiss- oder leimartig, Milchsäure durch Gährung oder irgend ein anderes Mittel zu erzeugen. Wir würden aber in unsern physiologischen Forschungen nicht weit kommen, wollten wir alle die Processe, welche wir zufällig noch nicht ausserhalb des lebenden Körpers wahrzunehmen im Stande waren, für unmöglich erklären. Die Möglichkeit einer theilweisen Umwandlung der eiweissartigen Stoffe in Milchsäure erscheint aber selbst nach neuern Untersuchungen über die verschiedenen Zersetzungsweisen und Producte der Eiweisskörper keineswegs absurd; denn *Guckelberger*[1]), der unter den Oxydationsproducten der Eiweisskörper Aldehyd fand, deutet schon darauf hin, dass in jenen Stoffen ein Atomenaggregat verborgen liegen müsse, aus welchem Milchzucker oder Milchsäure hervorgehen könne; denn Milchzucker liefert nach seiner Erfahrung mit Chromsäure ebenfalls Aldehyd, und andrerseits fand auch *Engelhardt* unter den Destillationsproducten des milchsauren Kupferoxyds dasselbe Essigsäurealdehyd. Auf die Analogie der Milchsäure und der bereits so oft unter den Zersetzungs-

---

[5]) *Guckelberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 99.

producten thierischer Stoffe gefundenen Metacetonsäure haben wir bereits oben aufmerksam gemacht. Es würde daher gerade keine unerwartete Erscheinung sein, wenn es gelänge, aus Leim oder Proteinverbindungen auf irgend eine Weise Milchsäure zu erzeugen.

Ausserdem lässt sich zur Begründung dieser Ansicht auch noch folgende Betrachtung anstellen; das neben der Milchsäure in der Fleischflüssigkeit gefundene Kreatin ist oft ein Zersetzungsproduct der Muskelsubstanz, denn sonst würde es sich noch an andern Orten, als im Urin wiederfinden; nun zerfällt aber das Kreatin nach *Liebig's* Entdeckung durch Alkalien in Harnstoff und eine dem Lactamid isomere Substanz, das Sarkosin; es wäre nun wenigstens nicht ungereimt zu denken, dass bei der natürlichen Metamorphose des Kreatins im Thierkörper, wo sich kein Sarkosin findet, das Kreatin sich zwar ebenfalls in Harnstoff zersetze, aber anstatt des Sarkosins, unter Aufnahme von Wasser, Milchsäure und Ammoniak bilde, wobei freilich zu erklären bliebe, was aus dem Ammoniak geworden wäre. Uebrigens ist es nicht wohl denkbar, dass die Milchsäure aus dem Blute, wo sie so leicht und schnell consumirt wird, in die Muskelsubstanz übergehe, was sie doch müsste, wenn sie von der aus den Amylaceis im Darmkanale gebildeten Säure herrühren sollte.

Endlich dürfte auch nach der oben berührten Entdeckung *Redtenbacher's*, der Umwandlung des Glycerins in Metacetonsäure, die Hypothese etwas verlockendes haben, dass das Glycerin, welches offenbar bei der Umwandlung der Fette eine selbstständige Veränderung erleidet, in die der Metacetonsäure verwandte Milchsäure sich umwandle. Da man wenigstens sonst noch keine Ahnung über die Verwendung der Halidbasis der Fette im Thierkörper hat, so könnte es wohl möglich sein, dass auch diese Stoffe vermöge ihrer Basis zur Bildung von Milchsäure beitrügen.

Wir haben uns in der obigen Darstellung des Vorkommens der Milchsäure im Thierkörper bemüht, nur an den strictesten Thatsachen festzuhalten, und die unsrer eignen Versuche, die früher angestellt weniger entschieden schienen völlig ausser Acht gelassen; wir haben ohne Rücksicht auf Auctoritäten hier die Thatsachen für sich selber sprechen lassen, und den negativen Behauptungen *Liebig's* ebensowenig Glauben beigemessen, als wir den ältern Versuchen *Berzelius'* über das Vorkommen der Milchsäure in Galle, Schweiss u dergl. einen höhern Werth beilegten; mit derselben Unpartheilichkeit werden wir nun, wie es jedem ziemt, der es wirklich redlich mit der Wissenschaft meint, ohne Rücksicht auf die von uns früher ausgesprochenen Ansichten und Irrthümer die Vortheile betrachten, welche der thierische Organismus etwa aus dem Auftreten

der Milchsäure in diesem oder jenen Organe zieht. Wir halten die Milchsäure nicht mehr für eines der wichtigsten Elemente der thierischen Stoffmetamorphose, aber doch immerhin noch für wichtig genug, um die Aufmerksamkeit der Physiologen auf sie zu lenken. Es versteht sich übrigens von selbst, dass die Fragen nach der Verrichtung eines Stoffs im Thierkörper immer nur eine hypothetische Beantwortung finden können; denn Zwecke können wohl errathen oder verstanden, aber nicht mit Händen gegriffen werden. Bewegt sich daher die Beurtheilung der physiologischen Dignität eines Thierstoffs auf dem Wege der Hypothese, so sind damit keine losen und haltlosen Gebilde der Phantasie gemeint, sondern logisch begründete Schlussfolgerungen.

Nutzen. Wenn wir der Milchsäure einen wesentlichen Einfluss auf die Verdauung der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel zuschreiben, so ist diess keine aus dem constanten Vorkommen jener Säure in Magensafte entlehnte Conjectur; vielmehr sind wir durch directe Versuche[1]) mit künstlichen Verdauungsmitteln zu dem Resultate geführt worden, dass Milchsäure und Salzsäure bei der Verdauung durch keine andre mineralische oder organische Säure ersetzt werden können. Die Frage, wie hierbei die Säure wirke, kann erst bei der „Verdauung" ihre Erörterung finden.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die in den Magen- und Darmcontentis gefundene Milchsäure und deren Salze lediglich von der Säure des abgesonderten Magensaftes herrühren; sicher wird der grösste Theil der in jenen so wie auch im Chylus gefundenen Milchsäure erst aus der Umwandlung des Stärkmehls oder Zuckers der Nahrungsmittel herzuleiten sein; man würde aber andrerseits zu viel schliessen, wollte man annehmen, dass alles Stärkmehl und aller Zucker der Nahrungsstoffe in Milchsäure umgewandelt werden müssten, um den Zwecken des Organismus zu dienen. Die Gründe, weshalb wir dieser Annahme, trotz der scheinbaren Unterstützung durch positive Beobachtungen, nicht Folge leisten können, werden wir erst im Laufe unsrer weitern physiologischen Betrachtungen erörtern können. So viel ist aber allerdings durch Thatsachen dargethan, dass ein Theil jener Stoffe wirklich in Milchsäure umgewandelt wird und unter der Form milchsaurer Alkalien ins Blut übergeht. Folgen wir *Liebig's* geistreicher Eintheilung der Nährstoffe in eigentliche Nahrungsmittel und Respirationsmittel, so kennen wir keinen Stoff, der besser im Blute die Zwecke der Respirationsmittel erfüllte, als gerade das milchsaure Alkali, von dem wir gesehen haben, wie schnell es im Blute zu kohlensaurem Alkali ver-

---

[1]) *Lehmann*, Berichte der Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig. 1849.

brennt: nichts mit einem Worte könnte besser zur Unterhaltung der thierischen Wärme dienen, als milchsaure Salze.

Ist die Milchsäure in dem die Muskeln tränkenden Safte, wenn auch aus deren unbrauchbar gewordenen Theilen entstanden, wirklich nicht reines Zersetzungsproduct, so dürfte *Liebig's* Hypothese [1]) manches für sich haben, dass nämlich durch die saure Muskelflüssigkeit und den alkalischen Inhalt der Capillargefässe eine electrische Spannung erregt werde, welche auf die Function der Muskeln von Einfluss sein könnte.

Im Harne und Schweisse erscheint die Milchsäure nur als Excretionsstoff; denn wenn sie auch in einzelnen Fällen zur Lösung der erdigen Bestandtheile des Harns etwas beitragen mag, so beweist doch ihr zeitweiliges Fehlen in dieser Flüssigkeit, dass noch andre Substanzen im Harn enthalten sind, die diesen Dienst verrichten.

Früher hielt ich die Milchsäure für eines der wichtigsten Mittel, welchen sich der thierische Organismus zur Lösung und Transportirung vieler thierischer Substanzen und der Erdsalze insbesondre bediente: allein eine genauere Einsicht in den thierischen Chemismus hat mich diese Ansicht fast völlig fallen lassen; denn wenn ich auch rücksichtlich des bedeutenden Lösungsvermögens der Milchsäure für phosphorsauren Kalk, welches von *Berzelius* [2]) bereits längst ausgesprochen von *Gay Lussac* [3]) direct nachgewiesen, von *Liebig* [4]) aber geläugnet wurde, erst neuerdings wieder überzeugt [5]) habe, dass von Milchsäure bei weitem mehr basisch phosphorsaurer Kalk gelöst wird, als z. B. von Essigsäure: so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dass die eiweissartigen Stoffe, die nie ohne phosphorsauren Kalk und oft mit sehr viel von demselben vorkommen, weit bessre Transportmittel dieses Kalksalzes sind, als die Milchsäure ihrem ganzen Vorkommen nach im Thierkörper sein kann. Die Milchsäure wurde früher von mir zu den wichtigsten Factoren der thierischen Stoffmetamorphose gerechnet; in wie weit sie noch dafür angesehen werden kann, lässt sich aus dem oben Gesagten entnehmen.

---

[1]) *Liebig*, a. o. O.
[2]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9 S. 423.
[3]) *Gay Lussac*, Pogg. Ann. Bd. 31 S. 399.
[4]) *Liebig*, Chemie in Anwendg. f. Physiol. S.
[5]) *Lehmann*, Jahresb. der ges. Med. 1843 S. 10.

Feste Fettsäuren.

$= C_m H_{m-1} O_3 . HO.$

Aus dieser Formel schon ist zu entnehmen, dass diese Säuren in einem nahen Verhältnisse zu denen stehen, welche wir in der im Eingange der Zoochemie von uns beschriebenen Gruppe beleuchtet haben, ja man hat bereits diese Säuren mit den letztern geradezu in eine Gruppe zusammengestellt und sie sämmtlich Fettsäuren genannt; allein wir kommen hier auf dieselben Unzulänglichkeiten, die sich in der anorganischen Chemie bei der Definition und Classificirung der Metalle herausgestellt haben. Die Natur kennt zwar keine Grenzen, die mit unsern künstlichen Systemen übereinstimmten, allein für die Zwecke des Studiums ist eine Scheidung immer nützlich, sobald sie nicht gänzlich der Natur selbst wiederspricht. Diese Fettsäuren haben aber einige wesentliche Eigenschaften, die sie bestimmt von jenen erstgenannten Säuren unterscheiden. Abgesehen davon, dass sie durch ihr hohes Atomgewicht sich vor jenen auszeichnen, abgesehen davon, dass ihnen eine ganz anders constituirte Gruppe flüssiger Säuren sehr nahe steht, so sind es auch folgende Eigenschaften, welche sie als besondre Gruppe charakterisiren: Sie sind bei gewöhnlicher Temperatur fest, weiss und krystallinisch, ohne Geschmack und Geruch, machen auf Papier nicht verschwindende Fettflecke, leichter als Wasser, schmelzen unter 100°, lassen sich nur im luftleeren Raume unverändert überdestilliren, sind in Wasser vollkommen unlöslich, lösen sich in siedendem Alkohol und scheiden sich beim Erkalten wieder aus und zwar krystallinisch, lösen sich leicht in Aether, zersetzen sich beim Erhitzen an der Luft und lassen sich entzünden; röthen in alkoholischer Lösung Lackmus nur schwach, treiben bei gelindem Erhitzen die Kohlensäure aus deren Salzen aus, vereinigen sich mit den meisten Basen zu unlöslichen Salzen; nur ihre Alkalisalze sind in Wasser löslich; übrigens sind diese Säuren sehr geneigt, mit Basen saure Salze zu bilden.

Die meisten der hieher gehörigen Säuren sind noch nicht im Thierkörper gefunden worden; nur eine derselben, die *Margarinsäure*, ist die Hauptgrundlage fast alles bis jetzt in thierischen Körpern gefundenen Fetts. An diese schliesst sich noch eine Fettsäure an, die *Stearinsäure*, die ihrer Zusammensetzung nach nicht der oben aufgestellten Formel entspricht, aber insofern doch damit in nahem Zusammenhange steht, als

sie aus 2 Aeq. Margarinsäure nach Abzug 1 Aeq. Sauerstoffs als entstanden angesehen werden kann. Wir begnügen uns daher hier nur jene beiden Säuren in nähere Betrachtung zu ziehen, stellen aber zur Uebersicht über die ganze Gruppe diese Säuren mit ihren chemischen Formeln zusammen:

Cocinsäure	$C_{22}\ H_{21}\ O_3 .\ HO.$
Laurostearinsäure	$C_{24}\ H_{23}\ O_3 .\ HO.$
Myristinsäure	$C_{28}\ H_{27}\ O_3 .\ HO.$
Palmitonsäure	$C_{31}\ H_{30}\ O_3 .\ HO.$
Palmitinsäure	$C_{32}\ H_{31}\ O_3 .\ HO.$
Bogsäure	$C_{33}\ H_{32}\ O_3 .\ HO.$
Margarinsäure	$C_{34}\ H_{33}\ O_3 .\ HO.$
Cokkeltalgsäure	$C_{35}\ H_{34}\ O_3 .\ HO.$
Behensäure	$C_{42}\ H_{41}\ O_3 .\ HO.$
Cerotinsäure	$C_{54}\ H_{53}\ O_3 .\ HO.$
Stearinsäure	$C_{68}\ H_{66}\ O_5 . 2\,HO = 2\,C_{34}\ H_{33}\ O_3 . HO - O.$

Margarinsäure. $C_{34}\ H_{33}\ O_3 .\ HO.$

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure hat alle oben angeführten Eigenschaften dieser Gruppe; aus heisser alkoholischer Lösung krystallisirt sie in perlmutterglänzenden Aggregaten sehr feiner Nadeln, die unter dem Mikroskope vielfach gewunden in grasartigen Büscheln und zusammengelagerten schwertförmigen Blättern oder in sternförmig vereinigten Nadeln erscheinen. Die wohlgetrocknete Säure schmilzt bei 56°; selbst bei dem vorsichtigsten Erhitzen im Vacuo lässt sie sich nur zum Theil unverändert destilliren, immer bildet sich dabei Kohlensäure und *Margaron* ($C_{33}\ H_{33}\ O$); durch längere Behandlung mit Salpetersäure wird sie endlich in Bernsteinsäure, Korksäure, Wasser und Kohlensäure zerlegt.

Zusammensetzung. Obiger Formel gemäss besteht diese Säure aus:

Kohlenstoff	34 At.	75,556
Wasserstoff	33 -	12,222
Sauerstoff	3 -	8,889
Wasser	1 -	3,333
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 3262,5; Sättigungscapacität derselben = 3,065.

Verbindungen. Mit *Alkalien* geht die Margarinsäure neutrale und saure Verbindungen ein; die sauren entstehen hauptsächlich durch Zusatz von viel Wasser zu den neutralen; mit Bleioxyd bildet sie saure, neutrale und basische Salze, welche sämmtlich in Steinöl und Terpenthinöl löslich sind; nur die beiden erstern lösen sich in Alkohol, namentlich beim Erhitzen.

Margaramid, H_2 N. C_{34} H_{33} O_2, bildet sich, wenn Baumöl in mit Ammoniak gesättigtem Alkohol digerirt wird: feine, seidenglänzende Krystallnadeln, unlöslich in Wasser, löslicher in warmem Alkohol und Aether als in kaltem, krystallisirt daraus in glänzenden Blättern, schmilzt bei 60°, verbrennt entzündet wie Talg.

Durch Behandlung von Margarinsäure mit Bleihyperoxyd erhielt *Bromeis* [1]) eine sich in Körnchen ausscheidende Fettsäure, die 1 At. Sauerstoff mehr als die Margarinsäure enthielt, also = C_{34} H_{33} O_4. HO zusammengesetzt war.

Darstellung. Da die Margarinsäure in jener Verbindung, die wir Margarin nennen, fast in allem Pflanzenfett (den sogenannten fetten Oelen) sowohl als in dem gewöhnlichsten thierischen Fett vorkommt, so kann sie auch aus allen diesen dargestellt werden; jedoch aus Schweinefett, Menschenfett und den Fetten des Pflanzenreichs am besten auf folgende Weise: die fraglichen Fette werden mit Kali verseift, so dass sich ein klarer Seifenschleim bildet; dieser wird durch Schwefelsäure zerlegt, wo ein Gemenge von (Stearinsäure) Margarinsäure und Oelsäure ausgeschieden werden; diese Fettmassen werden mit Wasser ausgewaschen, dann möglichst getrocknet und zwischen Papier stark gepresst, wodurch ein grosser Theil der Oelsäure entfernt wird. Hierauf werden die festen Säuren in Alkohol umkrystallisirt. Zur Entfernung der Stearinsäure werden die aus der heissen alkoholischen Lösung zuerst sich abscheidenden Krystalle für sich gesammelt; die Margarinsäure scheidet sich immer etwas später aus; jedoch muss dieser Process zur völligen Trennung der Stearinsäure mehrmals wiederholt werden. Man gewinnt dann eine nur noch mit etwas Oelsäure verunreinigte Margarinsäure, um letztere von ersterer zu befreien, sättigt man die Säuren mit Alkali und fällt dann mit essigsaurem Bleioxyd; da ölsaures Bleioxyd in kochendem Aether löslich ist, margarinsaures Bleioxyd aber nicht, so ist hierin eine leichte Trennungsweise beider Salze gegeben; das margarinsaure Bleioxyd lässt sich dann durch kohlensaures

1) *Bromeis*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42 S. 56.

Alkali zersetzen, das Alkalisalz aber durch eine stärkere Säure; die ausgeschiedene Margarinsäure kann dann noch durch Lösen in heissem Alkohol gereinigt werden.

Prüfung. Aus den Eigenschaften sowohl als aus der Darstellung dieser Säure ersehen wir, dass dieselbe von andern ähnlichen Säuren nur unterschieden werden kann, wenn sie vollkommen frei von andern Säuren ist, wo ihr Schmelzpunkt einigen Aufschluss geben kann; selbst dann aber wird nur die Elementaranalyse einen sichern Entscheid liefern. Bei der Untersuchung geringerer Mengen, wo an eine Trennung oder gar an eine Analyse nicht zu denken ist, muss man sich lediglich auf die mikroskopische Untersuchung stützen, die hier jedoch keineswegs so unsichere Resultate giebt, als man gemeiniglich anzunehmen geneigt ist.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Es ist bereits bemerkt worden, dass die Margarinsäure den Hauptbestandtheil der meisten thierischen Fette ausmache, allein diese Säure ist hier gewöhnlich an jene hypothetische Halidbasis, das *Lipyloxyd*, gebunden, welches bei seiner Trennung von dieser und ähnlichen Säuren in das bekannte Glycerin übergeht. Von dem Margarin selbst wird erst später die Rede sein; daher wir auch hier über die physiologische Function der Margarinsäure und ihres organischen Salzes schweigen werden. Allein die Margarinsäure findet sich auch theils frei, theils an Alkalien gebunden in den meisten thierischen Säften, ausser im Harne; in sauren Flüssigkeiten pflegt sie frei in alkalischen natürlich gebunden vorzukommen; sie ist überall von Oelsäure oder deren Salzen begleitet. Dass sie im Speichel, im Blute, in Exsudaten aller Art, im Eiter und in der Galle vorkomme, diess zu beweisen bedarf es keiner Anführung von Auctoritäten, da sie in diesen Flüssigkeiten sehr leicht nachgewiesen werden kann; auch werden wir bei der Betrachtung dieser Flüssigkeiten selbst wieder hierauf zurückkommen. Wir bemerken hier nur noch, dass sie auch in den festen Excrementen selbst nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel entdeckt werden kann, dass sie aber in grösserer Menge in den durch Abführmittel oder Mineralwässer bewirkten Stuhlgängen gefunden wird. Wie erwähnt, muss hier immer das Mikroskop in Gebrauch gezogen werden, durch welches wir übrigens oft ohne alle chemische Behandlung freie Margarinsäure in sauren pathologischen Flüssigkeiten zu erkennen im Stande sind; so z. B. bilden sich in saurem Eiter, sei der-

selbe sogenannten kalten Abcessen entlehnt, oder unter der gehörigen Vorsicht künstlich in saure Gährung versetzt worden, die schönsten Margarinsäurekrystalle, wie man sie sonst künstlich kaum herzustellen vermag.

Ueber den *Ursprung* der Margarinsäure im thierischen Organismus so wie über deren *Stellung* bei der thierischen Stoffmetamorphose müssen wir die Verhandlung aufschieben, bis wir die Fettbildung im Thierkörper und die physiologische Dignität der Fette selbst in Betrachtung ziehen werden.

Stearinsäure. C_{68} H_{66} O_5. 2 HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, auch *Talgsäure* genannt, krystallisirt in weissen, glänzenden Nadeln oder Blättchen, die sich unter dem Mikroskop als sehr langgezogene rautenförmige Blätter zeigen, deren stumpfe Winkel aber so abgerundet sind, wie bei den mikroskopischen wetzsteinförmigen Harnsäurekrystallen; nur sind diese Krystalle viel länger und haben einen weit geringern Querdurchmesser als die ähnlichen Krystalle der Harnsäure; solche Krystalle legen sich oft an einer Stelle mit dem einen spitzen Winkel zusammen und bilden so unter dem Mikroskop wirtelförmige Drusen. Diese Säure schmilzt erst bei 75° und erstarrt bei 70° wieder. Der trocknen Destillation unterworfen, liefert sie Margarinsäurehydrat, Margaron und einen öligen Kohlenwasserstoff; durch längere Digestion mit Salpetersäure oder mit Chromsäure wird sie vollständig in Margarinsäure umgewandelt. In der Kälte zerlegt die Stearinsäure die kohlensauren Alkalien zur Hälfte, in der Wärme aber vollständig.

Zusammensetzung. Obiger Formel zufolge besteht die Stearinsäure aus:

Kohlenstoff	68 At.	76,692
Wasserstoff	66 „	12,406
Sauerstoff	5 „	7,519
Wasser	2 „	3,383
		100,000

Atomgewicht der hyp. trocknen Säure = 6425; Sättigungscapacität (das 2 At. Basis enthaltende Salz als neutrales betrachtet) = 3,113.

Verbindungen. Die neutralen stearinsauren Alkalien (welche 2 At. fixer Basis enthalten) lösen sich in 10 bis 20 Th. Wasser unverändert auf; durch sehr viel Wasser werden sie aber so zerlegt, dass

ein saures Salz sich abscheidet und die Flüssigkeit sehr stark alkalisch wird; die alkoholische Lösung der sauren Alkalisalze röthet Lackmus, wird zu dieser Lösung aber Wasser gesetzt, so wird das rothe Lackmus wieder blau. Die Verbindungen der Stearinsäure mit allen andern Basen sind in Wasser unlöslich. *Stearinsaures Lipyloxyd* oder *Glycerin* vergl. *Stearin.*

Darstellung. Da diese Säure in Pflanzenfetten gar nicht vorkommt, in den meisten thierischen Fetten aber nur in geringer Menge, ausser im Hammeltalge, so bedient man sich zu ihrer Darstellung am besten des letzteren Fetts; man erhält sie, wie schon bei der Margarinsäure angedeutet, wenn man die durch Schwefelsäure aus der Seife ausgeschiedenen Fettsäuren mit Alkohol von 0,83 spec. Gewichte auskocht; dieser lässt dann ziemlich margarinsäurefreie Talgsäure zurück; durch wiederholtes Auflösen in absolutem Alkohol wird sie gereinigt, bis eine Masse erhalten wird, welche den angegebenen Schmelzpunkt dieser Säure besitzt. Auch folgende Methode wird zu ihrer Darstellung sehr empfohlen: die Hammeltalgseife wird in 6 Th. warmen Wassers gelöst und dann in eine grosse Menge kalten Wassers gegossen; es scheidet sich nun allmälig eine perlmutterglänzende Masse ab, die aus doppelt stearinsaurem und doppelt margarinsaurem Kali besteht; diese wird in der 20 fachen Menge heissen Alkohols gelöst, aus dem sich beim Erkalten nur das stearinsaure Salz absetzt; dieses wird durch Salzsäure zerlegt und von dieser die freie Säure durch Umschmelzen in Wasser befreit.

Prüfung. Der Elementaranalyse wird man sich zur Prüfung der Gegenwart von Stearinsäure nur bedienen können, wenn so grosse Mengen von Fett vorhanden sind, dass die oben erwähnte Scheidung der Stearinsäure und Margarinsäure geschehen kann, eine Scheidung, die leider nur mit sehr grossen Massen zu ermöglichen ist; ausführbar dürfte also diese sonst sicherste Methode nur dann sein, wenn man über den Gehalt eines Thierfetts an Stearin überhaupt sich unterrichten will. Bei kleinern Mengen muss man sich mit der mikroskopischen Untersuchung der aus heissen alkoholischen Lösungen ausgeschiedenen Fettsäuren begnügen. Um für die ungefähren Verhältnisse eines Gemengs von Margarinsäure und Stearinsäure einen Maassstab zu erhalten, hat *Gottlieb* [1]) den Schmelzpunkt von verschiedenen Gemengen beider Säuren bestimmt; seine Resultate sind folgende:

---

[1]) *Gottlieb*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57 S. 35.

	Talgsäure		Margarinsäure	Schmelzpunkt
1)	30 Theile	auf	10 Theile	65,°5
2)	25 „	„	10 „	65°
3)	20 „	„	10 „	64°
4)	15 „	„	10 „	61°
5)	10 „	„	10 „	58°
6)	10 „	„	15 „	57°
7)	10 „	„	20 „	56,°5
8)	10 „	„	25 „	56,°3
9)	10 „	„	30 „	56°

Reine Margarinsäure und reine Talgsäure sind im geschmolzenen und nachher erstarrten Zustande ganz krystallinisch, die Stearinsäure bildet dann mehr kleine verworrene, die Margarinsäure mehr grosse, nadelförmige Krystalle; die Gemenge beider Säuren sind in diesem Zustande weit weniger krystallinisch, und mehr porcellanartig undurchsichtig und spröd.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Gleich der Margarinsäure kommt die Stearinsäure in den meisten thierischen Fetten vor, jedoch immer in geringern Mengen, als erstgenannte Säure, ja sie dürfte in manchen ganz fehlen, da es wenigstens mit den jetzt bekannten Mitteln nicht gelungen ist, jene Säure nachzuweisen. Im Zellgewebsfett ist sie ganz so wie jene Säure an Glycerin gebunden, kommt frei nur in Gemeinschaft mit der Margarinsäure vor, wird aber da viel seltner, als freie Margarinsäure und in viel geringerer Menge gefunden.

Ursprung. Da die Stearinsäure in Pflanzenfetten nie gefunden wird, so muss sie sich erst im Thierkörper bilden; ihre Entstehung ist aber hier leicht zu errathen; da sie ihrer Zusammensetzung nach 1 At. Sauerstoff weniger als 2 At. Margarinsäure enthält, so kann man sie sich als entstanden denken aus der Margarinsäure; sie steht zur Margarinsäure, wie wir gesehen haben in demselben Verhältniss wie die Dithionsäure (Unterschwefelsäure) zur Schwefelsäure (denn $S_2 O_5 : S O_3 = (C_{34} H_{33})_2 O_5 : (C_{34} H_{33}) O_3$. Wo aber diese Umwandlung der Margarinsäure in Stearinsäure vor sich gehe, lässt sich nach dem jetzigen Stande unsrer Kenntnisse nicht bestimmen; dass sie im Blute statt finde, ist wenigstens insofern unwahrscheinlich, als wir annehmen, dass die Fette im Blute gerade oxydirt und in Oxyde einfacherer Radi-

cale zerlegt werden. Dass diese Umwandlung schon in den ersten Wegen statt habe, ist wenigstens nicht zu erweisen.

Von dem Nutzen, den die Stearinsäure dem thierischen Organismus bringt, wird bei der Betrachtung der Fette im Allgemeinen die Rede sein.

Oelige Fettsäuren.

$= C_m\ H_m - _3\ O_3.\ HO.$

Diese Gruppe von Körpern enthält weit weniger Glieder, als die vorhergehende; wir kennen bis jetzt nur die folgenden öligen Fettsäuren:

Oelsäure	$C_{36}\ H_{33}\ O_3.\ HO.$
Senföl- oder Erucasäure	$C_{44}\ H_{41}\ O_3.\ HO.$
Döglingsäure	$C_{38}\ H_{35}\ O_3.\ HO.$

An die letztre Säure schliesst sich noch die *Ricinusölsäure*, die auf dieselbe Gruppe von Kohlenstoff und Wasserstoff 5 At. Sauerstoff enthält, nämlich $C_{38}\ H_{35}\ O_5.\ HO$, also sich zu jener verhält, wie Salicylsäure zu Benzoësäure u. a. m.

So unähnlich im Ganzen die Zusammensetzung der öligen und der festen Fettsäuren ist, so ähnlich sind diese Säuren doch in den meisten ihrer physikalischen und selbst in vielen ihrer chemischen Eigenschaften.

Ob die *Campholsäure*, $C_{20}\ H_{17}\ O_3.\ HO$ und die einander isomeren Säuren *Camphersäure* und *Angelicasäure* $= C_{10}\ H_7\ O_3.\ HO$ hieher gehören, da sie der generellen Formel $C_m\ H_m - _3\ O_3.\ HO$ gemäss constituirt sind, lässt sich für jetzt nicht entscheiden; mehrere ihrer physikalischen Eigenschaften (sie sind fest, krystallisirbar und flüchtig) sprechen allerdings nicht dafür, allein sie könnten sich zu den öligen Säuren vielleicht so verhalten, wie die Säuren der ersten Gruppe zu denen der festen Fettsäuren; auch könnte das niedrige Atomgewicht des Radicals diese Verschiedenheit der Eigenschaften bedingen.

Oelsäure. $C_{36}\ H_{33}\ O_3.\ HO.$

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, der auch *Elainsäure* genannt wird, ist im völlig reinen Zustande über $+ 14^\circ$ von öliger Consistenz, wasserhell, ohne Farbe, Geruch, Geschmack und ohne Reaction auf

Lackmus; bei + 4° bildet sie eine weisse krystallinische Masse, die im Moment ihres Festwerdens sich stark zusammenzieht und den noch öligen Theil auspresst; sie ist dann sehr hart und luftbeständig; aus alkoholischer Lösung krystallisirt sie bei starkem Abkühlen in langen Nadeln. Im flüssigen Zustande d. h. als Oel wird sie jedoch unter Sauerstoffabsorption bald verändert. In der Hitze wird sie zersetzt, und liefert bei der trocknen Destillation, ausser Kohle, Kohlensäure und Kohlenwasserstoffverbindungen, Caprin- und Caprylsäure, besonders aber die oben beschriebene *Fettsäure*. Wird Oelsäure endlich mit salpetriger Säure behandelt, so erstarrt die ganze Masse zu Elaidinsäure. Bei anhaltender Behandlung mit Salpetersäure liefert die Oelsäure (nach *Laurent*[1] und *Bromeis*[2]) die Säuren der Bernsteinsäuregruppe ($C_n H_{n-2} O_3 . HO$), nämlich Korksäure, Adipinsäure, Pimelinsäure, Lipinsäure und ausser diesen Oenanthsäure, aber keine Oxalsäure. Mit rauchender Salpetersäure erhielt dagegen *Redtenbacher*[3] daraus fast alle Säuren der ersten Gruppe ($C_n H_{n-1} O_3 . HO$).

In den öligen Producten der trocknen Destillation der Oelsäure fand *Schneider*[4] das Verhältniss der Kohlenstoffatome zu den Wasserstoffatomen = 6 : 5 und durch Behandlung derselben mit concentrirter Salpetersäure erhielt er dieselben flüchtigen Säuren, die *Redtenbacher* nach unmittelbarer Einwirkung der Salpetersäure auf Oelsäure gewonnen hatte.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht diese Säure aus:

Kohlenstoff	36 At.	76,596
Wasserstoff	33 „	11,702
Sauerstoff	3 „	8,511
Wasser	1 „	3,191
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 3412,5; Sättigungscapacität derselben = 2,930.

Verbindungen. Die ölsauren Salze sind weich, schmierig, nicht krystallisirbar; wie alle Fettsäuren ist auch die Oelsäure sehr geneigt, mit Basen saure sowohl als basische Salze zu bilden. Das neutrale *ölsaure Bleioxyd* ist ein weisses Pulver, welches bei 80° zu einer

[1]) *Laurent*, Ann d. Chim. et de Phys. T. 66 p. 154—204.
[2]) *Bromeis*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 35 S. 86—103.
[3]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59 S. 41—57.
[4]) *Schneider*, ebendas. Bd. 70 S. 107—121.

gelben Flüssigkeit schmilzt, und sich durch seine *Löslichkeit in kochendem Aether* von den Bleisalzen aller festen Fettsäuren auszeichnet.

Umwandlungsproducte. *Gottlieb*[1]), der zuerst reine Oelsäure dargestellt und für sie aus seinen Analysen die obige Formel deducirt hat, giebt an, dass die Oelsäure bei gewöhnlicher Temperatur unter Luftzutritt ungefähr ihr 20 faches Volumen Sauerstoff absorbire, *ohne Kohlensäure zu entwickeln*; die dadurch entstandene, dickflüssige Säure, die nun Lackmus röthet, enthält 1 At. Sauerstoff mehr und 1 At. Wasserstoff weniger, als die reine Oelsäure $= C_{36} H_{32} O_4 . HO$. Bei der trocknen Destillation giebt diese Säure keine *Fettsäure*; daher man auch findet, dass eine nicht ganz reine d. h. durch Sauerstoffzutritt schon veränderte Oelsäure oft nur sehr wenig *Fettsäure* liefert, wogegen die Mengen der entwickelten Capron- und Caprylsäure sich gleich bleiben.

Wird aber die Oelsäure bei höherer Temperatur der Einwirkung des Sauerstoffs ausgesetzt, so nimmt sie in kurzer Zeit einen ranzigen Geruch an, wird gelblich und leichter schmelzbar, erstarrt in der Kälte nicht mehr vollständig, und ihre Zusammensetzung entspricht der Formel $C_{34} H_{33} O_5$, ist also gleich einer noch höheren Oxydationsstufe des Margarinsäureradicals, als die S. 112 erwähnte von *Bromeis* dargestellte.

Elaidinsäure ist nach *Gottlieb* völlig isomer der reinen Oelsäure, also $= C_{36} H_{33} O_3 . HO$; entsteht, wie oben erwähnt, durch salpetrige Säure, ohne dass dabei eine Gasentwicklung eintritt, krystallisirt aus alkoholischer Lösung (nicht in Nadeln wie die Oelsäure) in grossen Blättern, schmilzt bei 45°, lässt sich zum Theil unzersetzt destilliren, löst sich leicht in Aether und Alkohol, röthet Lackmus stark. Bei der trocknen Destillation giebt die Elaidinsäure keine Capryl- und Caprinsäure, wodurch sie sich wesentlich von der Oelsäure unterscheidet. Im flüssigen Zustande zieht diese Säure, wiewohl langsamer als Oelsäure, Sauerstoff aus der Luft an und verwandelt sich nach *Gottlieb* in eine höhere Oxydationsstufe desselben Radicals, welches wir in der Oelsäure oder Elaidinsäure annehmen können, nämlich in $(C_{36} H_{33}) O_8$. Wie eigentlich die Metamorphose der Oelsäure in Elaidinsäure vor sich gehe oder worauf sie beruhe, ist bis jetzt nicht zu eruiren gewesen.

Darstellung. Auch diese Säure entsteht meist erst bei der Verseifung der vegetabilischen und animalischen Fette; aus den gebildeten Seifen wird das ölsaure Kali mit kaltem absolutem Alkohol ausgezogen, die wässrige Lösung des ölsauren Kalis wird dann mit essigsaurem Bleioxyd gefällt, und aus dem getrockneten Niederschlage das

[1]) *Gottlieb*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57 S. 37 — 67.

ölsaure Bleioxyd (frei von margarinsaurem) durch kochenden Aether ausgezogen; zersetzt man nun das von Aether befreite Bleisalz mit kohlensaurem Natron und das gebildete Natronsalz mit Schwefelsäure, so erhält man eine noch braun gefärbte, mit Oxydationsproducten gemengte Oelsäure. Um diese vollkommen zu reinigen, muss sie nach *Gottlieb* mit überschüssigem Ammoniak versetzt und durch Chlorbarium gefällt werden; das Barytsalz wird dann wiederholt in mässig concentrirtem siedendem Alkohol umkrystallisirt, bis es ein blendend weisses, lockeres Pulver bildet, welches durch Weinsäure zerlegt und mit Wasser abgewaschen wird. Schneller kann man die Oelsäure auch dadurch rein erhalten, dass man sie auf 6° bis 7° erstarren lässt und stark auspresst; da die erwähnten Oxydationsproducte der Oelsäure flüssig bleiben, so dringen diese in das Papier und lassen die Oelsäure rein zurück. Uebrigens darf die Oelsäure nur in einem Strome von Kohlensäuregas entwässert und überhaupt nur bei einer Temperatur unter + 10° behandelt werden, weil sie ausserdem sich sehr schnell umwandelt.

Prüfung. Soll ein Fett oder ein Gemeng von Fettsäuren genau auf Oelsäure geprüft werden, so muss die Oelsäure zunächst nach einer der angegebenen Methoden frei und wenigstens ziemlich rein dargestellt werden, wobei hauptsächlich die Löslichkeit des Bleisalzes in heissem Aether zu berücksichtigen ist. Ausserdem charakterisirt sich die Oelsäure besonders dadurch, dass sie bei der trocknen Destillation *Fettsäure* giebt, was weder eine andere ölige noch eine feste Fettsäure thut; man kann daher schon in gemengtem, gewöhnlichem Fett die Gegenwart der Oelsäure aus der bei der trocknen Destillation gebildeten *Fettsäure* schliessen; diese zeichnet sich übrigens durch ihre Krystallisirbarkeit von den gleichzeitig gebildeten Säuren, der Caprin- und Caprylsäure, aus, und kann durch Bildung und Krystallisation der Barytsalze leicht von diesen getrennt und unterschieden werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Oelsäure findet sich an Alkalien gebunden in dem Blute und der Galle, in geringerer Menge auch in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten, ausser im Harn; als Halidsalz aber mit Lipyloxyd verbunden in dem Zellgewebsfett, so wie überall, wo freies Fett im Thierkörper vorkommt.

Nutzen. Da die Pflanzenfette meistens weit reicher an ölsaurem

Lipyloxyd (Elain) sind, als die Thierfette, so könnte man hierin einen Grund für die Ansicht finden, dass die Oelsäure im Thierkörper zum Theil dazu benutzt würde, um die festern Fette nämlich Margarin- und Stearinsäure zu bilden, was nach dem oben angeführten Verhalten der Oelsäure zur atmosphärischen Luft und deren Umwandlung in eine Säure mit dem Radical der Margarinsäure gerade nicht verwerflich erscheint; allein dennoch dürfte es wahrscheinlicher sein, dass im thierischen Fett nur desshalb mehr margarin- als ölsaures Lipyloxyd gefunden wird, weil die Oelsäure oder das ölsaure Salz schneller consumirt wird, als die Margarinsäure. Indessen müssen wir uns hier wie an so vielen andern Stellen der physiologischen Chemie lieber bescheiden, gar keine Conjecturen aufzustellen, als auf irgend eine Erfahrung hin in's Blaue hinein zu phantasiren. Warten wir lieber erst noch weitere Thatsachen ab, die wir als Unterlagen benutzen können, um eine wirklich logisch berechtigte Hypothese aufzustellen. Im Allgemeinen wird aber die Function der Oelsäure im Thierkörper mit der der übrigen Fettsäuren coincidiren; daher über diese später.

Ursprung. Die Frage, ob der Thierkörper neben der Fähigkeit, Stearinsäure zu bilden, auch die besitze, Margarin- und Oelsäure zu erzeugen, wird erst später bei den Fetten selbst in Betracht gezogen werden.

Döglingsäure. $C_{38}\ H_{35}\ O_3$. HO.

Diese Säure, welche von *Scharling* [1]) in dem Thrane von Balaena rostrata entdeckt worden ist, wird aus dem durch Aether erhaltenen Bleisalze ganz nach *Gottlieb's* Methode, die Oelsäure zu reinigen, gewonnen. Sie ist bei +16° vollkommen flüssig, erstarrt einige Grade über 0°, ist gelb und röthet Lackmus; *Fettsäure* giebt sie bei der trocknen Destillation *nicht*. Diese Säure ist übrigens im Döglingthran nicht an Lipyloxyd gebunden (wenigstens liefert jener kein Glycerin bei der Verseifung), sondern wahrscheinlich an einen den ätherartigen Halidbasen ähnlichen Körper, das *Döglingoxyd*, $C_{24}\ H_{25}\ O$, dessen Existenz und Zusammensetzung jedoch *Scharling* nur aus der Analyse des unverseiften Döglingthranes und dem Fehlen des Glycerins erschliesst.

[1]) *Scharling*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 43, S. 257—271.

Stickstofflose harzige Säuren.

Lithofellinsäure. $C_{40}\ H_{36}\ O_7$. HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure krystallisirt in kleinen, sechsseitigen, gerade abgestumpften Prismen, ist leicht pulverisirbar, schmilzt bei 205° und erstarrt dann wieder krystallinisch, wenn sie nicht viel höher erhitzt worden ist; war dagegen letzteres der Fall, so erstarrt sie zu einer glasigen, negativ idio-electrischen Masse; in diesem Zustande schmilzt sie schon bei 105 bis 116°; durch Auflösen oder blosses Befeuchten mit Alkohol geht die Säure aber wieder in ihren schwerschmelzbaren Zustand über; an der Luft erhitzt, verflüchtigt sie sich in weissen, aromatisch riechenden Dämpfen; entzündet verbrennt sie mit leuchtender, rusender Flamme; durch trockne Destillation wird sie zersetzt; sie ist in Wasser nicht, in heissem Alkohol leicht löslich, aber nur wenig in Aether; von Essigsäure wird sie leicht aufgelöst; aus ihren löslichen Salzen wird sie durch Säuren als amorphes Coagulum gefällt.

Zusammensetzung. Diese berechneten *Ettling* und *Will* [1]) aus ihren Analysen = der Formel $C_{42}\ H_{36}\ O_8$; *Wöhler* [2]) leitet dagegen aus den seinigen die Formel $C_{40}\ H_{36}\ O_8$ ab; *Berzelius* [3]) findet aber die oben angegebene Formel nach der Sättigungscapacität der Säure am richtigsten; sie würde demnach zusammengesetzt sein aus:

Kohlenstoff	40 At.	70,381
Wasserstoff	36 „	10,557
Sauerstoff	7 „	16,422
Wasser	1 „	2,640
		100,000

Das Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure würde demnach sein = 4150 und die Sättigungscapacität derselben = 2,41 sein.

Verbindungen. In ätzendem und kohlensaurem Ammoniak ist diese Säure leicht löslich, bleibt aber beim Verdunsten der Lösung ammoniakfrei zurück; durch Baryt- und Kalksalze wird jene Lösung nicht gefällt; auch von Aetzkali wird sie leicht aufgelöst, durch über-

---

[1]) *Ettling* und *Will*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39, S. 237—244.

[2]) *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 54, S. 255.

[3]) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 22, S. 580.

schüssiges Kali aber, so wie durch Salmiak daraus gefällt; mit Blei- und Silbersalzen giebt die gesättigte, nur schwach alkalisch reagirende Kalilösung weisse Niederschläge, die beim Erwärmen pflasterartig werden. *Ettling* und *Will* haben ein in Nadeln krystallisirendes Silbersalz erhalten, *Wöhler* nur ein amorphes.

Darstellung. Diese von *Göbel*[1]) zuerst gefundene Säure wird aus gewissen Darmconcrementen durch heissen Alkohol ausgezogen, die Lösung durch Thierkohle entfärbt und allmälig verdunstet.

Prüfung. Diese ist nach den angeführten Eigenschaften ziemlich leicht auszuführen; jedoch würde man, wenn sie wo anders, als in Darmconcrementen gefunden wird, immer noch eine Elementaranalyse damit anstellen müssen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper findet sich nach *Merklein* und *Wöhler*[2]) so wie nach *Taylor*[3]) nur in gewissen Bezoaren, welche hauptsächlich aus dem Darme und besonders dem Magen mancher im Oriente einheimischer Ziegengattungen entlehnt werden; andere Bezoare enthalten Ellagsäure.

Ursprung. Ob die Lithofellinsäure aus der Galle herstamme oder von dem Genusse harziger Nahrungsmittel, ist bis jetzt nicht zu entscheiden; denn sie ist den Harzen ebenso ähnlich als den harzigen Säuren der Galle. Die Analogie mit der Ellagsäure spricht allerdings mehr für den Ursprung aus den Nahrungsmitteln; sollte es sich bestätigen, was *Taylor* anführt, dass die lithofellinsäurehaltigen Concremente hauptsächlich im *Magen* jener Thiere gefunden werden, so würden sie natürlich nicht aus der Galle abgeleitet werden können.

Cholsäure. $C_{48}\ H_{39}\ O_9$. HO.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure krystallisirt in Tetraëdern, selten in Quadratoktaëdern, ist farblos, glänzend, leicht pulverisirbar; die Krystalle verwittern an der Luft; sie schmeckt bitter mit einem schwach süsslichen Nachgeschmack, löst sich in 750 Th. kochendem und 4000 Th.

---

[1]) *Göbel*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39, S. 237.

[2]) *Merklein* und *Wöhler*, ebendas. Bd. 55, S. 129—143.

[3]) *Th. Taylor*, Lond. Edinb. and Dubl. Phil. Mag. T. 28, p. 192—200.

kaltem Wasser; in Alkohol ist sie besonders beim Erwärmen sehr leicht löslich, von 27 Th. Aether wird sie ebenfalls gelöst. Die aus Aether krystallisirte Säure bildet rhombische Tafeln, die 2 At. Wasser enthalten, die aus Alkohol krystallisirte in Tetraëdern mit 5 At. Wasser; die aus Alkohol durch Wasser ausgeschiedene Säure enthält 2 At. Wasser, welche sie bei 100° abgiebt, während die tafelförmige bei derselben Temperatur nur 1 At. verliert. Uebrigens röthet diese Säure Lackmus stark, schmilzt bei 195° und zersetzt sich bei höherer Temperatur; über 195° verwandelt sie sich unter Verlust des basischen Wasseratoms in Choloidinsäure, bei 290° aber in Dyslysin (*Strecker*[1]); entzündet verbrennt sie mit leuchtender Flamme; in *Schwefelsäure* löst sie sich auf; setzt man zu dieser Lösung einen Tropfen *Zuckerwasser* (1 Th. Zucker auf 4 Th. Wasser), so wird die Flüssigkeit schön *purpurviolett* gefärbt. Wird Cholsäure längere Zeit mit concentrirter Salzsäure gekocht, so verliert sie ihre Krystallisirbarkeit und wird in die harzartige *Choloidinsäure* umgewandelt; kocht man noch länger, so verliert der Körper mit seiner Löslichkeit in Alkohol und Alkalien auch seine sauren Eigenschaften und bildet dann *Dyslysin*. Durch Einwirkung von kochender Salpetersäure wird sie hauptsächlich in Caprin-, Capryl- und Cholesterinsäure verwandelt, ohne Oxalsäure oder die flüchtigen Säuren der ersten Gruppe zu liefern.

Zusammensetzung. Diese von *Demarcay* zuerst rein dargestellte Säure wurde neuerdings von *Strecker*[2]) genauer untersucht; er fand sie der obigen Formel entsprechend constituirt; sie besteht darnach aus

Kohlenstoff	48	At.	70,588
Wasserstoff	39	,,	9,559
Sauerstoff	9	,,	17,647
Wasser	1	,,	2,206
			100,000

Demnach ist das Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 4987,5 und ihre Sättigungscapacität = 2,005.

Mulder[3]) hat aus seinen Analysen für dieselbe Säure die Formel $C_{50}\ H_{36}\ O_6 + 5\ HO$ abgeleitet.

Strecker, der durch seine ausgezeichnete Arbeit über die Rindsgalle unsere Kenntniss über diese immer noch räthselhafte Flüssigkeit so sehr gefördert hat,

[1]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 375—378.

[2]) Ders., ebendas. Bd. 66, S. 1—61.

[3]) *Mulder*, Unters. üb. d. Galle, übers. v. Völkel. Frankf. a. M. 1847. S. 26.

vermehrte leider die rücksichtlich der Cholsäure bereits bestehende Verwirrung noch mehr dadurch, dass er dieser Säure den Namen *Cholalsäure* gab, und den Namen Cholsäure dagegen einer andern, später zu beschreibenden Säure beilegte. Es ist allerdings wahr, dass *Gmelin* jene Säure der Galle, deren Salze er süss schmeckend fand, Cholsäure nannte, und dass dieselbe von ihm für stickstoffhaltig gehalten wurde, allein die von *Demarcay* zuerst reiner dargestellte stickstofflose Säure, welche nach Darstellungsweise und Eigenschaften identisch mit der hier beschriebenen ist, hat den Namen Cholsäure so lange getragen, dass er wohl beibehalten zu werden verdient, und zwar um so mehr, als der Name Cholalsäure keineswegs eine nähere, bedeutungsvollere Bezeichnung jener Säure in sich schliesst. Wir behalten daher die vom Entdecker, *Demarcay*, dieser Säure gegebene Bezeichnung bei.

Verbindungen. Die cholsauren Salze sind von bitterm, ein wenig süsslichem Geschmacke, in Alkohol sind sie sämmtlich auflöslich, in Wasser jedoch nur die cholsauren Alkalien und Baryt, dagegen das Kalksalz sehr wenig. Aus den Lösungen kohlensaurer Alkalien wird die Kohlensäure von der Cholsäure beim Erwärmen ausgetrieben.

Cholsaures Kali, KO. C_{48} H_{39} O_9, wird durch Abdampfen der alkoholischen Lösung oder durch Zusatz von Aether in Krystallnadeln erhalten; bei freiwilligem Verdunsten der wässrigen Lösung bildet es einen Firnis; in überschüssiger Kalilauge ist das Salz unlöslich und wird daher durch Zusatz von Aetzkali gallertartig gefällt. Fast ebenso verhält sich *cholsaures Natron* und *cholsaures Ammoniak*, welches letztere nur beim Verdunsten den grössten Theil seines Ammoniaks verliert. *Cholsaurer Kalk*, durch Präcipitation erhalten, ist amorph, wird aber durch Zusatz von Aether krystallinisch. *Cholsaures Silberoxyd* ist nur wenig in Wasser löslich, wird aber durch Kochen krystallinisch.

Umwandlungsproducte. *Choloidinsäure* ist in ihren Salzen der Cholsäure vollkommen isomer; dieselbe entsteht, wie oben erwähnt, aus der Cholsäure durch Kochen mit stärkern Säuren; sie kann aber auch erhalten werden, wenn man den durch Aether fällbaren Theil des alkoholischen Extracts der Galle einige Stunden mit Salzsäure kocht; durch Auflösen in Alkohol und Fällen mit Aether kann sie leicht gereinigt werden. Eigenthümlich ist der Choloidinsäure, dass sie im isolirten Zustande kein basisches Wasser enthält, also wirklich wasserfrei dargestellt werden kann; sie bildet eine weisse, amorphe, harzige, pulverisirbare Masse, die sich nicht in Wasser, leicht in Alkohol, wenig in Aether löst; aus alkoholischer Lösung wird sie ebensowohl durch Wasser als durch Aether milchig und zuletzt harzartig gefällt; die

alkoholische Lösung röthet Lackmus. Beim Erwärmen wird die Choloidinsäure weich, schmilzt bei 150° und verwandelt sich bei 295° unter Abgabe von 3 At. Wasser in Dyslysin. Mit concentrirter Schwefelsäure und Zucker giebt sie dieselbe Reaction wie die Cholsäure. Mit Salpetersäure destillirt giebt sie dieselben flüchtigen Säuren, wie die Oelsäure bei gleicher Behandlung, ausserdem aber noch *Choloidan-*, *Cholesterin-*, *Nitrocholsäure* und *Cholacrol (Redtenbacher*[1]).

Ihre *Salze* schmecken rein bitter, ohne süssen Beigeschmack; die Säure wird aus denselben durch stärkere Säuren, selbst durch Kohlensäure ausgetrieben; dagegen wird die Kohlensäure aus ihren Salzen durch Erwärmen mit Choloidinsäure ausgetrieben. Die Alkalisalze dieser Säure sind in Wasser und Alkohol löslich, aber nicht in Aether, durchaus nicht krystallisirbar; *choloidinsaurer Baryt*, obgleich dem cholsauren isomer, ist nicht krystallisirbar und in Wasser unlöslich. Mit Erden und Metalloxyden bildet diese Säure in Alkohol lösliche, in Wasser unlösliche Salze.

Dyslysin, C_{48} H_{36} O_6 *(Strecker)* C_{50} H_{36} O_6 *(Mulder)*, entsteht aus Cholsäure oder Choloidinsäure auf eine der oben erwähnten Weisen; die so gebildete Masse wird mit Wasser und Alkohol ausgezogen, in Aether gelöst und daraus wieder durch Alkohol gefällt; es bildet eine grauweisse Masse, deren Löslichkeitsverhältnisse aus ihrer Reinigungsweise ersichtlich sind; sie ist aber auch in Säuren und Alkalien unlöslich. Dieser Körper wird aber wieder in Choloidinsäure umgewandelt, wenn man ihn mit Kalihydrat schmilzt oder mit einer alkoholischen Kalilösung kocht.

Aus der Choloidinsäure *Demarcay's* hat *Berzelius* noch zwei Säuren ausgeschieden, die er *Fellinsäure* und *Cholinsäure* nennt; er wie *Mulder* sehen daher die Choloidinsäure als ein Gemeng dieser beiden Säuren an; leider hat *Strecker* in seiner übrigens so vortrefflichen Untersuchung nicht die Rücksicht auf diese Stoffe genommen, die sie wohl verdienen, da jeder so wie *Mulder* bei Wiederholung der Versuche die Angaben von *Berzelius* bestätigt finden wird. Wir begnügen uns indessen hier die wichtigsten Unterschiede beider Säuren anzuführen.

Cholinsäure (C_{50} H_{38} O_8 *Mulder*) bildet weisse, lichte Flocken, die beim Trocknen braun und pulverisirbar werden, in Wasser unlöslich; ihre Baryt- und Bleioxydsalze backen leicht zusammen und sind *in Alkohol fast unlöslich*; das Ammoniaksalz dieser Säure scheidet sich aus dem Gemeng mit dem der andern Säure als weisse, seifenartige Masse ab.

Fellinsäure (C_{50} H_{40} O_{10}) bildet schneeweisse Flocken, die beim Trocknen

---

[1]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 145—170.

pulverisirbar werden, löst sich wenig in Wasser und noch schwerer in Aether als Cholinsäure. Ihre Baryt- und Bleioxydsalze sind *in Alkohol löslich.*

Redtenbacher destillirte so lange Salpetersäure über Choloidinsäure ab, als sich noch Dämpfe von salpeteriger Säure entwickelten; er erhielt alsdann in der Vorlage Essig-, Butter-, Baldrian-(?), Capron-, Oenanth-, Caprylsäure, Pelargon- und Caprinsäure, (also ganz dieselben, die er bei gleicher Behandlung der Oelsäure gewann) ausserdem aber noch ein schweres, betäubend riechendes Oel, welches durch Behandlung mit Alkalien in *Nitrocholsäure* und *Cholacrol* zerfiel; in der Retorte blieben (als durch weitere Behandlung mit Salpetersäure unveränderlich) Oxal-, *Choloidan-* und *Cholesterinsäure.*

Cholacrol, $C_8 H_5 N_2 O_{13}$, gelbes Oel von stechendem, betäubendem, zimmtartigem Geruche, in Alkohol und Aether leicht, in Wasser schwer löslich, indifferent gegen Säuren und Alkalien, zersetzt sich bei 100° unter Entwicklung von salpetriger Säure, manchmal schwach verpuffend.

Nitrocholsaures Kali, $KO. C_2 HN_4 O_9$, citronengelbe, quadratische Tafeln, riecht schwach betäubend, verpufft bei 100°, zersetzt sich beim Kochen mit Wasser, wird von Metallsalzen nicht gefällt.

Wird die in der Retorte zurückgebliebene dickliche, braungelbe Masse in ein Becherglas ausgegossen, so trennt sie sich beim Erkalten in zwei Schichten, die obere ist schaumartig und besteht aus Krystallen: Choloidansäure, die untere ist gelbbraun, sauer und bitter.

Die *Choloidansäure,* $C_{16} H_{12} O_7$, krystallisirt in atlasglänzenden, haarförmigen Prismen; trocken ist sie asbestartig, selbst in heissem Wasser ziemlich schwerlöslich, leicht aber in Alkohol, röthet Lackmus, wird in höherer Temperatur zersetzt, nicht aber durch Salz- oder Salpetersäure. Ihre Salze sind, selbst die der Alkalien, schwer- oder unlöslich und nicht krystallisirbar.

In jener gelbbraunen Mutterlauge ist noch Oxalsäure, eine harzige Masse und Cholesterinsäure enthalten.

Die *Cholesterinsäure,* $C_8 H_4 O_4. HO$, ist eine dem Kirschgummi ähnliche, lichtgelbe Masse, von ziemlich saurem und bitterm Geschmack, zieht aus der Luft Wasser an, löst sich in Wasser und Alkohol mit gelblicher Farbe, zersetzt sich beim Erhitzen; ihre Verbindungen mit Alkalien und alkalischen Erden sind nicht krystallisirbar, in Wasser auflöslich, die mit Metalloxyden unlöslich. Das Silbersalz löst sich beim Kochen auf und giebt beim Erkalten krystallinische Krusten.

Darstellung. Die Cholsäure, welche sich in der Galle mit stickstoffhaltigen Körpern gepaart findet, wird am leichtesten erhalten, wenn man die harzigen, durch Aether aus alkoholischer Gallenlösung gefällten Massen mit verdünnter Kalilauge 24 bis 36 Stunden lang kocht, bis das ausgeschiedene Kalisalz krystallinisch zu werden anfängt. Aus dem in Wasser gelösten Kalisalze wird die Säure durch Salzsäure abgeschieden; durch Zusatz einiger Tropfen Aether zu der vorher harzartigen Säure wird dieselbe krystallinisch, fest und zerreiblich; pulverisirt wird sie dann mit Wasser ausgewaschen, in Alkohol um-

krystallisirt und endlich noch durch etwas Aether vom Farbstoff befreit.

Prüfung. Die Cholsäure lässt sich, auch wenn sie nicht völlig rein dargestellt worden ist, schon entdecken durch jene Reaction, welche sie mit Zucker und Schwefelsäure giebt. Jene Reaction, die zuerst von *Pettenkofer* [1]) entdeckt wurde, tritt mit keiner andern Substanz als der Cholsäure ein; es ist aber völlig gleich, ob die Cholsäure bereits in Choloidinsäure metamorphosirt, oder ob sie noch mit ihren Paarlingen (als gepaarte Säure) verbunden ist. Man wendet daher dieses vortreffliche Mittel meist an, um wenigstens im Allgemeinen die Gegenwart von Galle oder eines ihrer Derivate nachzuweisen. Man verfährt dabei am besten auf folgende Weise: Das alkoholische Extract einer auf Gallenstoffe zu prüfenden Flüssigkeit wird in wenig Wasser gelöst und mit einem Tropfen einer Zuckerlösung (von 1 Th. Zucker auf 4 Th. Wasser) gemischt; hierauf setzt man reine englische Schwefelsäure (die namentlich frei von schwefliger Säure sein muss) tropfenweise zu dem Gemische; die Flüssigkeit wird sich nun trüben von ausgeschiedener Gallensäure; bei vermehrtem Zusatz von Schwefelsäure verschwindet die Trübung und die Flüssigkeit wird wieder vollkommen klar und in den ersten Momenten meist gelb; sehr bald aber wird sie blass kirschroth, bald darauf dunkelcarminroth, purpurfarben und endlich intensiv violett. Wie zu allen Experimenten, so ist auch zur Anstellung dieses Versuchs einige Uebung und die Beachtung einiger Vorsichtsmassregeln nothwendig, ohne welche man sehr leicht die Gegenwart von Galle gänzlich übersehen kann. Namentlich ist es nothwendig, nicht zu viel Zucker zuzusetzen, da dieser durch die Schwefelsäure leicht braun und schwarz gefärbt wird; hauptsächlich aber muss, wie *Pettenkofer* hervorgehoben, die stets concentrirt anzuwendende Schwefelsäure mit der Vorsicht zugesetzt werden, dass die Temperatur des Gemisches 50° nicht viel übersteigt; allein die Reaction tritt ebensowenig ein, wenn man die Vorsicht zu weit treibt und eine Erwärmung durch den Schwefelsäurezusatz gänzlich zu vermeiden sucht; eine Erwärmung bis gegen 50° habe ich sogar nothwendig gefunden. Sollte die Flüssigkeit anfangs nur kirschroth oder dunkelcarminroth werden, so braucht man die Probe nur stehen zu lassen; nach einiger Zeit nimmt sie die intensiv violette Farbe an. Es ist übrigens gleich, welche Art von Zucker man zur Ausführung dieser Prüfung anwendet; auch Essigsäure kann die Stelle des Zuckers vertreten.

[1]) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 90—96.

Van den Broek[1]) behauptet, dass jene Reaction auch ohne Zucker mit blossen Gallenstoffen eintrete; dies zu beobachten ist mir nie gelungen; ohne Zucker war höchstens eine rothe und rothbraune Färbung der Flüssigkeit zu erzielen, aber nimmermehr die charakteristische, intensiv violette. Wenn aber auch nicht aus diesem Grunde, so doch aus einigen andern ist *van den Broek* darin beizustimmen, dass diese Reaction zur Prüfung auf Zucker untauglich sei, nämlich erstens weil die Stelle des Zuckers auch durch andere Körper, z. B. Essigsäure vertreten werden kann, und zweitens weil wir viel bessere und sichrere Mittel zur Entdeckung des Zuckers besitzen.

Sollte es darauf ankommen, die Cholsäure von den gepaarten Gallensäuren oder der Choloidinsäure zu unterscheiden, wie dies bei Untersuchung des Blutes, Urins und der Excremente in Frage kommen kann, so ist es am besten, das alkoholische Extract mit etwas Schwefelsäure anzusäuern und mit Aether zu extrahiren; in diesem sind nämlich die gepaarten Gallensäuren so wie auch die Choloidinsäure so gut wie unauflöslich; da der cholsaure Baryt auflöslich und krystallisirbar, was der choloidinsaure nicht ist, so lässt sich hierdurch, so wie durch die Krystallisirbarkeit der freien Cholsäure diese von der Choloidinsäure leicht unterscheiden; die Gallensäuren sind nicht nur in Aether völlig unlöslich, sondern sie liefern auch, die eine mit Kali gekocht, Ammoniak, die andere mit Salzsäure Taurin, welches letztere, wie weiter unten gezeigt werden wird, leicht durch seine Krystallform unter dem Mikroskop zu erkennen ist.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. In der Galle findet sich von ihren Paarlingen isolirte Cholsäure oder Choloidinsäure nicht vor, es müsste denn die Galle innerhalb des Thierkörpers in der Gallenblase oder ausserhalb des Organismus bereits in Zersetzung übergegangen oder eine dieser Säuren erst durch die chemische Behandlung der Galle erzeugt worden sein.

Im Blute und im Urin findet man gar nicht selten in Krankheiten, bei denen selbst die Leber nicht unmittelbar afficirt ist, Stoffe, welche die oben beschriebene Gallenreaction geben; indessen ist es mir in solchen Fällen nie gelungen, durch irgendwelche Mittel die eine oder die andere Gallensäure mit Bestimmtheit nachzuweisen. Ueber das Vorkommen solcher Gallenstoffe in jenen beiden Flüssigkeiten wird ausführlicher unter den gepaarten Gallensäuren die Rede sein. (Vergl. „Blut“ und „Harn“.)

[1]) *Van den Broek*, holländische Beiträge. Utrecht u. Düsseld. 1846. S. 100—2.

In den normalen festen Excrementen fand *Pettenkofer*[1]) keine Substanz, welche jene Gallenreaction gegeben hätte; dagegen immer in den Stuhlgängen bei Diarrhöen. Indessen habe ich auch in ganz normalen Excrementen immer etwas Cholsäure nachweisen können.

Das alkoholische Extract der vorher getrockneten festen Excremente gab mit Schwefelsäure und Zucker keine Reaction, wurde aber jenes Extract mit Aether ausgezogen, der Rückstand der ätherischen Lösung durch Behandlung mit Wasser von den stets beigemengten Fettsäuren befreit, so gab die etwas concentrirte, wässrige Lösung (jenes ätherischen Extracts) mit jenen Mitteln die schönste Gallenreaction. Bei Verwendung einer grössern Menge Materials wurde die Säure krystallisirt erhalten, sie entwickelte mit Kali kein Ammoniak und gab mit Baryt ein lösliches Salz, so dass diese Säure kaum etwas anderes als Cholsäure sein konnte.

In dem Darmkanale kann man die Anwesenheit der Galle in den Contentis noch im ganzen Dünndarme verfolgen, wenn das alkoholische Extract jener Contenta mit Schwefelsäure auf oben angeführte Weise behandelt wird.

Erinnere ich mich recht, so hat *Pettenkofer* nach einer mir gemachten Privatmittheilung bereits diese Beobachtung gemacht; bei Thieren habe ich mich mehrmals von deren Richtigkeit überzeugt; in dem Falle einer Darmfistel, wo sich nicht genau bestimmen liess, ob das perforirte Stück dem Dünn- oder Dickdarme angehörte, auch aus der Darmzotten Abwesenheit nichts geschlossen werden konnte, liess sich die Diagnose durch die Gallenprobe machen; spätere Erfahrungen bestätigten, dass die Fistel dem Dünndarme angehörte.

Dass in den Exsudaten zuweilen cholsäurehaltige oder cholsäureliefernde Stoffe vorkommen, bedarf keines Beweises, da das Blut so häufig mit gleichen Stoffen überladen ist.

Hier erwähne ich nur, dass in den hydropischen Exsudaten bei einer granulirten Leber und andererseits bei einem mit Insufficienz der Mitralklappen und Verstopfung des Gallenausführungsganges erhebliche Mengen Gallenstoffe gefunden wurden. Unter dem Capitel: Exsudate, hierüber ausführlicher.

Die Gegenwart von Gallenstoffen in krankhaftem Speichel und Lungenauswurf ist von *Wright*[2]) behauptet, aber nicht erwiesen worden.

Ursprung. Wir werden später auf die verschiedenen Meinungen über den Ursprung der wesentlichen Bestandtheile der Galle ausführlicher zurückkommen müssen; daher wir an dieser Stelle nur an dasjenige erinnern, was von chemischer Seite her etwa über die Entstehung der Cholsäure Licht verbreiten könnte. Dass die Chol- so wie

[1]) *Pettenkofer*. a. a. O.

[2]) *Wright*, Handb. d. Bibl. d. Auslandes. Speichel, v. Wright. S. 131.

die Choloidinsäure zunächst aus den gepaarten Gallensäuren hervorgeht, ist bereits erwähnt; nach den jetzigen theoretischen Ansichten gilt aber die Cholsäure in jenen Gallensäuren als präformirt, so wie man überhaupt in jeder gepaarten Säure das eigentlich säuernde Atomenaggregat als bereits gebildet ansieht. Wir lassen hier die Frage, ob die Galle schon im Blute oder erst in den Leberzellen gebildet werde, ganz bei Seite, und fragen nur: aus welchen Stoffen des Thierkörpers geht jenes Atomenaggregat hervor, welches wir Cholsäure nennen? Sprächen auch nicht eine Anzahl physiologischer und pathologischer Gründe dafür, dass die Fette hauptsächlich das Material zur Bildung der Galle liefern, so würden uns doch schon die oben bezeichneten Erfahrungen über die Oxydationsproducte der Chol- und Choloidinsäure darauf führen, dass diese Stoffe in einem nahen Zusammenhange mit den Fetten, insbesondere mit der Oelsäure stehen; denn wir sehen, dass *Redtenbacher* ganz dieselben flüchtigen Säuren (erster Gruppe) aus der Choloidinsäure mittelst Salpetersäure erhielt, wie aus der Oelsäure, ausserdem aber noch einige andere specifische Stoffe; diese letztern können füglich von einem in der Cholsäure uns noch verborgenen Atomenaggregat herrühren, welches als ein Paarling in der Cholsäure anzunehmen ist; denn wenn es schon nicht unwahrscheinlich ist, dass die so einfachen Säuren, wie Essigsäure, Buttersäure u. dergl. als gepaarte Säuren zu betrachten sind, so ist man fast gezwungen, eine Säure, wie die Cholsäure, von so hohem Atomgewicht und so bedeutendem Sauerstoffgehalte, d. h. von so geringer Sättigungscapacität, als eine gepaarte zu betrachten. Da die Cholsäure sich rücksichtlich ihrer Zersetzungsproducte in der angeführten Weise verhält, so könnte man in dieser Säure eine gepaarte Oelsäure muthmassen; nehmen wir nun die letztere in jener an, so bleibt uns für den Paarling das Atomaggregat ($C_{48}\ H_{39}\ O_9 - C_{36}\ H_{33}\ O_3 =$) $C_{12}\ H_6\ O_6$, ein Atomencomplex, der dieselbe procentische Zusammensetzung giebt, wie die von *Redtenbacher* in den Zerzetzungsproducten der Choloidinsäure gefundene Cholesterinsäure, dieser also einfach polymer ist (denn $C_{12}\ H_6\ O_6 : C_8\ H_4\ O_4 = 3 : 2$). Dass solche polymere Atomencomplexe noch häufiger als gepaarte Verbindungen im Thierkörper vorkommen, beweist auch *Strecker's* Entdeckung [1]), dass die Hippursäure durch salpetrige Säure gleich den Amiden (vergl. oben S. 80) in Stickstoff, Wasser und eine Säure zersetzt wird, deren Zusammensetzung von

[1]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 52 ff.

ihm = C_{18} H_8 C_8 gefunden wurde, aber als Hydrat wahrscheinlich C_{18} H_9 O_9, also der Cholesterinsäure polymer ist. Dass die Cholsäure eine aus dem Atomencomplex C_{12} H_6 O_6 und Oelsäure gepaarte Säure sei, ist und soll nichts anders sein als eine Hypothese, die, auf einige chemische Thatsachen gestützt, uns eine Richtung zu weitern experimentellen Untersuchungen, aber nicht Veranlassung zu immer kühnern Hypothesen und Phantasien geben soll. Wir greifen daher auch fernern Hypothesen nicht vor, die etwa bezwecken könnten, den Ursprung des mit der Oelsäure gepaarten Atomencomplexes zu deuten.

Von der etwaigen Verwendung der Cholsäure im Thierkörper kann nur die Rede sein, wo über dem Nutzen der gepaarten Cholsäuren und der Galle überhaupt verhandelt wird.

Stickstoffhaltige basische Körper.

Diese Art von Stoffen kommt hauptsächlich im Pflanzenreiche vor; diejenigen von denselben, die in der Thierchemie eine Erwähnung verdienen, sind fast alle nur künstliche Zersetzungsproducte bekannter thierischer Materien; insofern sie aber, gleich vielen der bisher beschriebenen Säuren, über die Constitution der Stoffe, aus welchen sie hervorgehen, manchen Aufschluss geben können, so dürfen sie auch in der Zoochemie nicht übergangen werden. Da kein wahres Alkaloid ohne Stickstoff existirt, so dürfte ihre Basicität wesentlich von ihrem Stickstoffgehalte abhängen; dafür spricht auch die Erfahrung, dass das Sättigungsvermögen dieser Körper völlig unabhängig von ihrem Sauerstoffgehalte ist; dasselbe richtet sich vielmehr in den meisten Fällen nach dem Stickstoffgehalte, d. h. 1 Aeq. Stickstoff der Basis verlangt 1 Aeq. Säure, damit ein neutrales Salz gebildet werde. *Berzelius* hat daher die Ansicht aufgestellt, dass die stickstoffhaltigen Basen nichts als Ammoniakverbindungen seien, denen ein stickstoffloser oder stickstoffhaltiger Körper als Paarling beigetreten ist. Für diese Ansicht spricht hauptsächlich, dass auch diese Basen, gleich reinem freiem Ammoniak, sich nicht mit Sauerstoffsäuren vereinigen können, ohne gleichzeitig ein Atom Wasser aufzunehmen, dass sie dagegen mit Salzsäure und andern Wasserstoffsäuren sich verbinden, ohne Wasser abzuscheiden; dem

Ammoniak gleichen sie endlich auch insofern, als ihre salzsauren Verbindungen mit Platinchlorid dem Platinsalmiak ähnliche, schwerlösliche Verbindungen geben. Dass der Stickstoff übrigens nicht als solcher die Basicität bedingt, dürfte auch daraus hervorgehen, dass das Sättigungsvermögen der Substanz, wenn sie auch mehrere Aequivalente Stickstoff enthält, meistens nur einem Aequivalente desselben entspricht, so dass nur dieses eine Aequivalent als Ammoniak, der übrige Stickstoff aber als dem Paarling angehörig zu betrachten ist.

Diese organischen Basen zerfallen übrigens in zwei ziemlich wohl characterisirte Gruppen, nämlich in sauerstofffreie und sauerstoffhaltige; da die erstern ohne Ausnahme flüchtig sind, die letztern nicht, so könnte man sie ebensogut in flüchtige und nichtflüchtige eintheilen.

Sauerstofffreie Alkaloide.

Diese Gruppe von Körpern zeigt in ihrer empirischen Zusammensetzung die grösste Aehnlichkeit mit den früher erwähnten Nitrilen; ihre rationelle Zusammensetzung muss aber eine von diesen gänzlich verschiedene sein, da sie in ihren chemischen Eigenschaften wesentlich different sind. Die Nitrile zeigen nie basische Eigenschaften, während die Alkaloide weder durch Säuren noch durch Alkalien in Sauerstoffsäuren und Ammoniak zerlegt werden können, noch auch mit Kalium Cyankalium bilden. Wenn man daher die *Berzelius*'sche Ansicht, dass die Alkaloide gepaartes Ammoniak sind, bei irgendwelchen Stoffen bestätigt findet, so ist es bei den sauerstofffreien Alkaloiden, die in allen ihren Verbindungsverhältnissen soviel Analogien mit dem Ammoniak zeigen, dass man dasselbe als den Repräsentanten dieser Gruppe aufstellen möchte. Selbst die Darstellungsweise einiger Alkaloide, z. B. die des Thiosinnamins, spricht für diese Anschauungsweise.

Bekanntlich entwickelt Kali aus Cyansäure Ammoniak ($C_2NO.HO + 2HO + 2KO = 2KO.CO_2 + H_3N$); erhitzt man cyansaures Methyloxyd oder cyansaures Aethyloxyd mit Kali, so entstehen dem Ammoniak ähnliche, stark basische Alkaloide; man kann hier kaum anders annehmen, als dass sich aus der Cyansäure ebensogut Ammoniak wie aus der freien Säure bilde, dass dieses Ammoniak aber mit dem Kohlenwasserstoff des Methyls oder Aethyls (C_2H_2 oder C_4H_4) gepaart werde und so das Alkaloid bilde. Ganz so verhält es sich mit dem Harnstoff, auch dieser entwickelt mit Alkalien Ammoniak, *Wurtz*[1])

[1]) *Wurtz*, Compt. rend. T. 38, p. 223—227.

hat daher jene Alkaloide auch so darstellen gelehrt, dass essigsaurer Harnstoff oder metacetonsaurer mit Kali erhitzt werden; ersterer giebt dasselbe Alkaloid, welches aus cyansaurem Methyloxyd durch Kali erhalten wurde, nämlich $C_2 H_5 N$, der metacetonsaure Harnstoff aber das aus dem cyansauren Aethyloxyd zu erhaltende, nämlich $C_4 H_7 N$. Obgleich man diese Stoffe als Aetherarten ansehen kann, in welchen der Sauerstoff durch Amid vertreten ist, $C_4 H_5 . O \infty C_4 H_5 . H_2 N$ oder als Ammoniak, in welchem das dritte Atom Wasserstoff durch Methyl oder Aethyl vertreten ist, so bleibt die wahrscheinlichste, einfachste Anschauungsweise doch die, sie als gepaarte Ammoniakverbindungen anzusehen $= C_2 H_2 . H_3 N$ und $C_4 H_4 . H_3 N$.

Wir ziehen, wie bereits erwähnt, hier nur diejenigen Alkaloide in Betrachtung, welche aus der Zersetzung gewisser thierischer Stoffe hervorgehen können.

Viele dieser flüchtigen Alkaloide sind gleich den Nitrilen tropfbarflüssig, allein die Mehrzahl derselben ist krystallisirbar; die meisten haben einen widrigen Geruch und brennend scharfen Geschmack, sind in Wasser wenig oder nicht löslich, leicht in Alkohol, am besten in Aether, fetten und flüchtigen Oelen, reagiren auf Pflanzenfarben. Ihre meisten Salze sind krystallisirbar und leichtlöslich; ihre Platinchloridverbindungen sind dagegen unlöslich oder sehr schwerlöslich.

Anilin. $C_{12} H_7 N$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieses Alkaloid bildet eine farblose, stark lichtbrechende, ölartige Flüssigkeit, von aromatischem Geruche, spec. Gewicht $= 1{,}020$, bleibt bei $-20°$ noch flüssig, verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr schnell, siedet aber erst bei 182°, in Wasser wenig, in Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse löslich, löst Phosphor und Schwefel auf, coagulirt Eiweiss, färbt Georginenpapier grün, wird an der Luft gelb und verwandelt sich in eine harzige Masse; eine Lösung unterchlorigsauren Kalks wird durch wenige Tropfen veilchenblau gefärbt, Salpetersäure dagegen indigblau; von letzterer Säure wird es bei längerer Einwirkung in Pikrinsäure verwandelt; mit verdünnter Chromsäure giebt es schwarze oder grünblaue Fällungen.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht das Anilin aus:

Kohlenstoff	12 At.	77,419
Wasserstoff	7 „	7,527
Stickstoff	1 „	15,054
		100,000

Atomgewicht = 1162,5. Nach *Berzelius* würde im Anilin Ammoniak gepaart sein mit einem Kohlenwasserstoff = C_{12} H_4.

Verbindungen. Das Anilin bildet mit Sauerstoffsäuren unter Aufnahme eines Atoms Wasser und auch mit Wasserstoffsäuren (ohne Aufnahme von Wasser) sehr wohl charakterisirte und meist krystallisirbare Salze.

Die Analogie des Anilins mit dem Ammoniak zeigt sich auch darin, dass es gleich diesem unter gewissen Bedingungen einen Theil seines Wasserstoffs verlieren und sich mit einer eines Theils ihres Sauerstoffs beraubten Säure (also unter Bildung von Wasser) in den Amiden analoge Verbindungen verwandeln kann, die man *Anilide* genannt hat (*Gerhardt* [1]).

So wie die Elemente des cyansauren Ammoniaks alsbald nach ihrem Zusammentreten sich anders gruppen und Harnstoff bilden, so entsteht auch aus Cyansäure und Anilin nicht ein einfaches Salz, sondern ein Körper, aus welchem weder Anilin noch Cyansäure wiederhergestellt werden können, *Anilinharnstoff*, C_{14} H_8 N_2 O_2 (*Hofmann* [2]).

Das Anilin kann Cyan so in sich aufnehmen, dass dieses als Paarling eintritt, und der neugebildete Körper, *Cyanilin*, seine basischen Eigenschaften vollständig beibehält (*Hofmann* [3]).

Das Anilin ist vielleicht von allen bisher in dieser Rücksicht untersuchten Körpern derjenige, welcher am entschiedensten für die Annahme der Substitutionstheorie spricht; denn nicht blos eines sondern mehrere Aequivalente Wasserstoff desselben können durch Chlor, Brom, Jod und Untersalpetersäure vertreten werden, ohne dass der Atomencomplex dadurch seine basischen Eigenschaften völlig einbüsst (*Hofmann* [4] und derselbe mit *Muspratt* [5]). Endlich hat man auch eine Base entdeckt, in welcher das Anilin mit dem Paarling *Cyanilid*, C_{12} (H_6 Cy) N, verbunden ist; man hat dieselbe *Melanilin* genannt (*Hofmann* [6]).

Darstellung. Dieser Körper tritt sehr oft als Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger Materien auf; es wird daher mit unter den Producten der trocknen Destillation thierischer Materien, z. B. in dem sog. Knochenöl gefunden (*Anderson* [7]). Da es früher auf verschiedenen Wegen gefunden wurde, so hat es, ehe man die Identität der erhaltenen Stoffe erkannte, verschiedene Namen erhalten: *Kyanol*, *Benzidam*, *Krystallin*. Rein erhält man es am leichtesten durch Erhitzen von Anthranilsäure (C_{14} H_6 N O_3 + HO = 2 CO_2 + C_{12} H_7 N) oder

---

[1]) *Gerhardt*, Journ. de Pharm. et de Chim. 1845, Juill., p. 53 - 56.
[2]) *Hofmann*, Quart. Journ. of the Chim. Soc. of Lond. 1848. Vol. 1. p. 159—74.
[3]) Ders., Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 247 ff.
[4]) Ders., ebend. Bd. 53, S. 40—57.
[5]) *Hofmann* und *Muspratt*, ebend. Bd. 57, S. 201—224.
[6]) *Hofmann*, ebend. Bd. 67, S. 61—78 u. Bd. 68, S. 129—174.
[7]) *Anderson*, Phil. Magaz. 3 Ser., Vol. 33, p. 185.

phensaurem Ammoniak ($H_4 N O . C_{12} H_5 O = 2 HO + C_{12} H_7 N$) oder aus Nitrobenzid und Schwefelwasserstoff $C_{12} H_5 N O_4 + 6 HS = 6 S + 4 HO + C_{12} H_7 N$).

Prüfung. Die oben angeführten Reactionen des Anilins gegen unterchlorigsauren Kalk, Salpeter- und Chromsäure lassen es schon erkennen, wenn es auch noch nicht völlig rein dargestellt worden ist.

Physiologisches Verhalten.

Merkwürdig ist, dass diese ihrem Geruch und Geschmack nach so unangenehm auf den Organismus wirkende Substanz nach *Wöhler's* und *Frerich's* [1]) Versuchen keine giftigen Wirkungen äussert.

Picolin. $C_{12} H_7 N$.

Eigenschaften. Dieser früher *Pyrrhol* genannte Körper ist ebenfalls dünnflüssig, von durchdringendem, ranzig gewürzhaftem Geruch und brennend bitterm Geschmack, bleibt bei —20° noch flüssig, verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur, siedet bei 133°, spec. Gewicht = 0,955, verändert sich an der Luft nicht, bläut rothes Lackmus, coagulirt Eiweiss nicht. Durch Chlorkalk wird es nicht gefärbt, auch durch Chromsäure erleidet es keine Veränderung.

Zusammensetzung gleich der des Anilins.

Verbindungen. Mit Säuren bildet es bitter schmeckende, in Wasser und Alkohol lösliche, zum Theil zerfliessliche Salze, die jedoch nicht so leicht wie die des Anilins krystallisiren, an der Luft aber weniger leicht verändert werden.

Darstellung. Dieser Körper ist zuerst im Steinkohlentheer, später aber auch in den Destillationsproducten entfetteter Knochen von *Anderson* [2]) gefunden worden. Es wird durch fractionirte Destillation gewonnen.

Dieser Körper ist isomer oder vielleicht identisch mit dem aus Nitrobenzid durch Ammoniak und Schwefelwasserstoff dargestellten *Anilin* oder *Benzidin* = $C_{12} H_7 N$ (s. oben S. 84), welches nicht zu verwechseln ist mit dem von *Zinin* [3]) aus Azobenzid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff dargestellten *Benzidin* = $C_{12} H_6 N$ (s. oben S. 85).

---

[1]) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 340.

[2]) *Anderson*, a. a. O. p. 174—186.

[3]) *Zinin*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35, S. 93.

Petinin. $C_8 H_{10} N$.

Eigenschaften. Auch dieses Alkaloid ist eine farblose, stark lichtbrechende Flüssigkeit, von stechend scharfem Geruch und Geschmack; es siedet bei 79°, löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether, bläut rothes Lackmus, ist von allen hieher gehörigen Alkaloiden die stärkste Basis, wird durch Chlorkalk nicht gefärbt, aber zersetzt.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht es aus:

Kohlenstoff	8 At.	66,666
Wasserstoff	10 „	13,890
Stickstoff	1 „	19,444
		100,000

Atomgewicht = 900,0. Nach *Berzelius* würde die theoretische Formel dieses Körpers sein = $H_3 N. C_8 H_7$.

Verbindungen. Die Verbindungen des Petinins mit Säuren sind leicht krystallisirbar, luftbeständig und löslich in Wasser und Alkohol. *Salzsaures Petinin-Platinchlorid*, $\dot{P}$. HCl. Pt Cl_2, bildet goldgelbe, dem Jodblei ähnliche, in kaltem Wasser wenig lösliche Krystalle.

Darstellung. Diese Base ist die flüchtigste von denen, welche sich bei der trocknen Destillation leimgebender Gewebe bilden; sie wird aus dem Gemeng von basischen Körpern und Ammoniak durch fractionirte Destillation gewonnen.

Sauerstoffhaltige Alkaloide.

Auch aus dieser Gruppe von Körpern gehören nur wenige der Zoochemie an; dieselben sind aber für die physiologische Chemie wichtiger als die so eben betrachteten sauerstofffreien, da sie theils im Thierkörper präformirt gefunden werden, theils aber manchen Aufschluss über die Constitution ihrer Muttersubstanzen und den organischen Chemismus überhaupt geben. Wir werden daher hier nur folgenden Substanzen eine nähere Untersuchung widmen: dem Kreatin, Kreatinin, Tyrosin, Leucin, Sarkosin, Glycin, Harnstoff, Guanin, Xanthin, Taurin und Cystin; allein um den Werth dieser Stoffe für die Physiologie beurtheilen zu können, ist es nöthig, dass wir auch dieser Stoffe generelles chemisches Verhalten kennen lernen, ehe wir zu den einzelnen übergehen.

Rücksichtlich des Grades der Basicität stehen die sauerstoffhaltigen Alkaloide den sauerstofffreien im Allgemeinen keineswegs nach; denn viele derselben vermögen nicht nur die Oxyde schwerer Metalle aus ihren Salzen, sondern selbst das Ammoniak auszutreiben. Indessen zeigt ihre Basicität so graduelle Verschiedenheiten, dass sich keine genaue Grenzlinie zwischen den entschieden basischen und den indifferenten stickstoffhaltigen Körpern ziehen lässt; das Leucin ist neben dem ihm homologen stark basischen Sarkosin eben so indifferent, als das Kreatin neben dem ihm so ähnlichen Kreatinin; jedoch stehen die indifferenten dieser Körper mit jenem in einem nahen theoretischen Verhältnisse oder sie besitzen wirklich noch schwach basische Eigenschaften; daher wir sie zu trennen für unpassend hielten.

Bei diesen Körpern lässt sich ihre Sättigungscapacität nicht auf den Sauerstoffgehalt zurückführen, aber ebensowenig durchaus auf den Stickstoffgehalt, denn vom Kreatinin ist z. B. nur der dritte Theil des Stickstoffs der Substanz derjenige Theil, welche dem Sättigungsvermögen entspricht, vom Xanthin der vierte und vom Guanin ist es gar nur der fünfte Theil. In diesen Stoffen mag der Stickstoff in ähnlicher Weise mit andern Elementen als Paarling der eigentlichen Base einverleibt sein, wie wir sahen, dass künstlich dem Anilin Stickstoff unter der Form von Cyan oder Untersalpetersäure zugeführt werden konnte, und wie z. B. das Harmalin (aus Peganum Harmala) Cyanwasserstoff aufnimmt, ohne seine Sättigungscapacität zu verändern.

Die meisten sauerstoffhaltigen Alkaloide sind krystallisirbar, kein einziges bei gewöhnlicher Temperatur flüssig; die meisten haben einen mehr oder weniger bitteren Geschmack; da sie nicht flüchtig sind, so haben sie keinen Geruch; in Wasser sind wenige, in Alkohol alle, in Aether von den hier in Frage kommenden keines löslich; die meisten Alkaloide wirken auf Pflanzenfarben, allein von den hier zu behandelnden nur Kreatinin und Sarkosin.

Ihre Salze sind fast sämmtlich krystallisirbar und in Wasser so wie in Alkohol löslich; mit Platinchlorid geben auch ihre salzsauren Salze sehr schwerlösliche oder unlösliche Verbindungen; auch ihre Sauerstoffsalze können ohne 1 Aeq. Wasser nicht bestehen. Durch Eichengerbsäure werden die meisten stark basischen Alkaloide selbst aus verdünnten wässrigen Lösungen gefällt.

Obgleich mehrere Stoffe, die wir unter dieser Gruppe behandeln werden, keineswegs basische Eigenschaften besitzen und daher eigentlich nicht hierher gehören, so haben wir sie doch hier mit eingereiht

theils der Analogie wegen, die sie in ihrer empirischen Zusammensetzung zeigen, theils auch weil sie in physiologischer Hinsicht ziemlich gleiche Werthe zeigen d. h. zu den Ausscheidungsproducten der stickstoffhaltigen Gewebe gehören. Die Körper, die wir hier in Betracht ziehen, sind:

Kreatin	C_8	H_9	N_3	O_4.
Kreatinin	C_8	H_7	N_3	O_2.
Tyrosin	C_{16}	H_9	N	O_5.
Leucin	C_{12}	H_{11}	N	O_4.
Sarkosin	C_6	H_7	N	O_4.
Glycin	C_4	H_5	N	O_4.
Harnstoff	C_2	H_4	N_2	O_2.
Xanthin	C_5	H_2	N_2	O_2.
Guanin	C_{10}	H_5	N_5	O_2.
Allantoin	C_8	H_5	N_4	O_5.
Cystin	C_6	H_6	N S_2	O_4.
Taurin	C_4	H_7	N S_2	O_6.

Kreatin. C_8 H_9 N_3 O_4.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet durchsichtige, stark glänzende, dem klinorhombischen System angehörige Krystalle, welche 2 At. Krystallwasser enthalten; es ist von bitterem, im Schlunde kratzendem Geschmacke, verliert bei 100° jene 2 At. Wasser und zersetzt sich bei höherer Temperatur; es löst sich in 74,4 Th. kaltem Wasser, in siedendem dagegen in solcher Menge, dass die Lösung beim Erkalten zu einer Masse feiner, glänzender Nadeln erstarrt; es löst sich erst in 9410 Th. Alkohol und gar nicht in Aether, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben und bildet mit Säuren keine entschiedenen Salze. In Barytwasser löst es sich unverändert auf, wird es dagegen mit demselben gekocht, so zerfällt es in Ammoniak und Kohlensäure oder *Harnstoff* und *Sarkosin*. Von verdünnten Säuren wird es ebenfalls unverändert aufgelöst; erhitzt man es aber mit stärkern Säuren, so verwandelt es sich unter Abgabe von 2 At. Wasser in *Kreatinin*.

Zusammensetzung. Dieser Körper ist in neuerer Zeit von *Liebig*[1]) der sorgfältigsten Untersuchung unterworfen worden; aus

[1]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62 S. 257—290.

seinen Analysen ging die obige Formel hervor, nach welcher das Kreatin besteht aus:

Kohlenstoff	8 At.	36,64
Wasserstoff	9 „	6,87
Stickstoff	3 „	32,06
Sauerstoff	4 „	24,43
		100,000

Jene 2 Aeq Wasser betragen 12,08% des krystallisirten Kreatins. Atomgewicht der wasserfreien Substanz = 1637,5. Trotz den verschiedenen Zersetzungsweisen des Kreatins lässt sich über seine theoretische Constitution keine wahrscheinliche Hypothese aufstellen Da es fast aller basischen Eigenschaften entbehrt, so kann es nach der *Berzelius*'schen Anschauungsweise kaum als ein gepaartes Ammoniak betrachtet werden; es wäre dann $H_3 N. C_8 H_6 N_2 O_4$, wobei aber der Mangel an Basicität um so auffälliger hervortreten würde; das krystallisirte Kreatin liesse sich nach *Liebig* als combinirt aus Ammoniak und 2 Aeq. Glycin betrachten ($C_8 H_{11} N_3 O_6 = H_3 N + C_8 H_8 N_2 O_6$); dem steht aber die Constitution des wasserfreien Kreatins neben dem Mangel an Basicität entgegen. Das von *Liebig* beobachtete Zerfallen des Kreatins durch Barytwasser in Harnstoff und Sarkosin könnte darauf hindeuten, dass diese beiden Körper die nähern Bestandtheile des Kreatins seien (denn $C_2 H_4 N_2 O_2 + C_6 H_7 N O_4 = C_8 H_{11} N_3 O_6$), allein auch diess ist nicht recht wahrscheinlich; denn wenn man auch weiss, dass beim Zusammentreten zweier organischer Substanzen Wasser austritt, so ist dann doch in der trocknen Substanz nicht mehr Harnstoff und Sarkosin anzunehmen; denn das würde dasselbe sein, wenn man behaupten wollte, im Oxamid sei Oxalsäure und Ammoniak oder im Valeronitril Baldriansäure und Ammoniak enthalten.

Darstellung. Aus feingehacktem *Fleische* wird nach *Liebig* das Kreatin erhalten, wenn dasselbe öfter mit Wasser angerührt und die Flüssigkeit abgepresst wird. Zunächst werden nun aus der gewonnenen Flüssigkeit die coagulabeln Materien durch Kochen und durch Aetzbaryt die phosphorsauren Erden entfernt; beim Verdunsten der von jenen Niederschlägen abfiltrirten Flüssigkeit bilden sich Häute, die von Zeit zu Zeit entfernt werden müssen; nachdem die Flüssigkeit bis auf $\frac{1}{20}$ ihres Volumens eingedampft worden ist, lässt man sie einige Zeit stehen, nach welcher sich das Kreatin in Nadeln ausscheidet. Diese von der Mutterlauge durch Papier befreiten Krystalle werden noch mit Wasser und Weingeist abgewaschen und dann aus heissem Wasser umkrystallisirt.

Aus *Harn* gewinnt man es nach *Liebig* auf folgende Weise: der mit Kalkwasser und Chlorcalcium versetzte und filtrirte Harn wird stark eingedampft, und die meisten Salze durch Krystallisation entfernt; die von den Krystallen abgegossene Mutterlauge wird mit $^1/_{24}$ ihres Gewichts syrupdicker Chlorzinklösung versetzt; nach einigen Tagen haben sich rundliche Körner einer Verbindung von Chlorzink mit Kreatinin, denen mehr oder weniger Kreatin beigemengt ist, abgesetzt; diese Körner werden in kochendem Wasser gelöst und bis zur alkalischen Reaction mit Bleioxydhydrat versetzt; die vom Zinkoxyd und Chlorblei abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Thierkohle vom Blei und Farbstoff befreit und dann zur Trockniss verdunstet; der Rückstand, aus Kreatin und Kreatinin bestehend, wird mit kochendem Alkohol behandelt, in welchem das erstere schwerlöslich, das letztere leicht löslich ist, wodurch dann die Trennung leicht erzielt werden kann.

Prüfung. Um eine Flüssigkeit auf Kreatin zu untersuchen (zu welchem Zwecke immer sehr grosse Massen von Material nothwendig sind), muss man eine der vorgeschriebenen Darstellungsweisen einschlagen, und dann die Eigenschaften des etwa kreatinähnlichen Stoffs mit denen reinen Kreatins vergleichen; doch wird auch hier, zumal da die Atomgewichtsbestimmung nicht so leicht wie bei den Säuren auszuführen ist, eine Elementaranalyse zur vollkommnen Sicherheit nicht zu umgehen sein.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. *Chevreul* hatte schon längst auf diesen Körper als einen Bestandtheil der Fleischbrühe aufmerksam gemacht; dasselbe konnte aber später von vielen Analytikern nicht gefunden werden, bis *Schlossberger* [1]) seine Existenz im *Muskelfleisch* eines Alligators und *Heintz* [2]) im Rindfleische nachwies. Letzterer hat auch die Zusammensetzung dieses Körpers zuerst genau bestimmt. *Liebig* aber hat uns eigentlich erst diese Substanz kennen gelehrt, indem er in völlig erschöpfender Weise ihr chemisches Verhalten so wie ihr Vorkommen nach allen Richtungen hin untersucht hat. *Liebig* hat so verschiedene Arten Fleisch auf Kreatin untersucht und dasselbe überall gefunden, so dass man wohl den Gehalt der Muskeln aller höheren Thierclassen an Kreatin nicht bezweifeln kann. Die Menge des Kreatins im Mus-

---

[1]) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 49. S. 341.

[2]) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 70 S. 476—480.

kelfleische ist aber ausserordentlich gering: aus 100 Pfund magerem Pferdefleisch erhielt Liebig nur 36 grm. (also nur 0,00072) Kreatin, aus 56 Pfd. Rindfleisch 30 grm. (oder 0,00070), aus 47 Pfd. Fleisch von magern Hühnern aber doch 72 grm. (= 0,003), also würden in 100 Th. Fleisch nur 0,07 oder höchstens 0,32 Th. Kreatin enthalten sein oder 1 Th. Kreatin auf 1400 Th. Fleisch kommen. Liebig hat sich ferner überzeugt, dass mageres Fleisch mehr Kreatin liefert, als fettes; daher es auch kommen mag, dass er im Rindsherzen verhältnissmässig viel Kreatin gefunden hat.

Aus dem Fleische von Hühnern und Mardern erhielt *Liebig* am meisten Kreatin, aus dem vom Pferde, Fuchse, Rehe, Hirsche, Haasen, Rinde, Schafe, Schweine, Kalbe und Fischen in der angedeuteten Reihenfolge weniger. Aus fettem Fleisch konnte *Liebig* oft nur Spuren von Kreatin ausziehen.

Gregory [1]) hat nach dem *Liebig*'schen Verfahren verschiedene Fleischarten auf ihren Gehalt an Kreatin untersucht; er fand in 100 Th. Rindsherzenfleisch 0,1375 bis 0,1418 Th. Kreatin, im Fleisch von Gadus Morrhua 0,0935 bis 0,17 Th., im Taubenfleisch 0,0825 Th., im Fleisch von Raja batis 0,0607 Th. Das Fleisch von Gadus Morrhua empfiehlt *Gregory* besonders, theils weil es verhältnissmässig viel Kreatin enthält, theils weil es am leichtesten ein reines, schön krystallisirtes Kreatin liefert. Die Seefische scheinen also viel mehr Kreatin in ihren Muskeln zu enthalten, als die Süsswasserfische.

Dass auch das Fleisch des Menschen keine Ausnahme von der Regel mache und Kreatin enthalte, davon hat sich *Schlossberger* [2]) durch den directen Versuch überzeugt; er erhielt aus 6 Pfd. Menschenfleisch ungefähr 2 grm Kreatin (also = 0,067%).

In der Substanz des *Gehirns*, der *Leber* und der *Nieren* konnte kein Kreatin aufgefunden werden.

Aus *Harn* wurde das Kreatin nebst dem Kreatinin in der Chlorzinkverbindung von *Heintz* [3]) und *Pettenkofer* [4]) zuerst ausgeschieden, aber nicht erkannt; *Heintz* [5]) stellte erst später aus der Zinkverbindung zuerst reines Kreatin dar und stellte mit solchem Kreatin seine Analysen an. *Liebig* zeigte aber, dass die Chlorzinkverbindung, wie sie aus dem Harn erhalten wird, eigentlich mehr Kreatinin in chemischer Verbindung und Kreatin nur beigemengt enthalte.

Ursprung. Denkt man nur daran, dass das Kreatin in der Fleischbrühe vorkommt, und dass es zufällig ein stickstoffreicher Kör-

---

[1]) *Gregory*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64 S. 100—108.
[2]) *Schlossberger*, Arch. f. phys. Hlk. Bd. 7 S. 209—211.
[3]) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 62 S. 602—606.
[4]) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53 S. 97—100.
[5]) *Heintz*, a. a. O. S. 266—476.

per ist, so kann man leicht sich der Meinung zuneigen, dass das Kreatin ein wichtiges Ernährungsmittel sei und somit, um uns eines trivialen Ausdrucks zu bedienen, der progressiven Metamorphose angehöre. Die Analogie, die es in seinem chemischen Verhalten und seiner Constitution mit dem Theeïn hat, könnte um so mehr zu dieser Ansicht denjenigen verleiten, welcher jenes Theeïn wegen seines Vorkommens in gewissen Genuss- und Reizmitteln für einen Nahrungsstoff hält. Allein was zunächst diese Analogie betrifft, so ist sie für diesen Zweck bedeutungslos; denn will man den Begriff Nahrungsmittel nicht sehr weit fassen, so ist das Theeïn sicher kein Nahrungsstoff. Eine Substanz, die zu 2 bis 10 Gran genommen, die heftigste Aufregung des Gefäss- und Nervensystems: Herzklopfen, ausserordentlich frequenten, unregelmässigen und oft aussetzenden Puls, Brustbeklemmung, Kopfschmerzen, Umnebelung der Sinne, Ohrensausen, Funken vor den Augen, Schloflosigkeit, Erectionen und Delirien hervorruft, eine solche Substanz wird der Arzt, selbst wenn er Homöopath ist, schwerlich den Nahrungsmitteln beizählen, und wohl auch der Physiolog nicht, wenn er weiss, wie schnell das Theeïn im Organismus sich umsetzt und eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung bedingt.

Bei Versuchen, die ich an mir und mehrern meiner Schüler mit reinem Theeïn anstellte, ergaben sich die oben verzeichneten Resultate; von 5 Personen (darunter Prof. *Buchheim*, jetzt in Dorpat) waren noch Tags darauf nach dem Genusse von 5 bis 10 Gran jener Substanz unfähig zu irgend einer Beschäftigung, während bei einem früher an mir angestellten Versuche 10 Gran desselben Theeïns fast ohne alle sichtliche Wirkung geblieben waren. In allen Fällen wurde in den von je 24 St. gesammelten Harn eine Vermehrung des Harnstoffs gefunden.

Kann aber die Analogie des Kreatins mit dem Theeïn die nährende Kraft des ersteren nicht erweisen, so fragt es sich, ob das Vorkommen in der für so sehr nahrungskräftig gehaltenen Fleischbrühe und der Stickstoffreichthum mehr Beweiskraft haben. Was den letzteren betrifft, so ist wohl anzunehmen, dass die Natur noch stickstoffreichere Substanzen als das Kreatin, nämlich das von *Liebig* im Harn nachgewiesene Kreatinin und den Harnstoff, sich gewiss nicht durch die Nieren entgehen lassen würde, wenn diese stickstoffreichen Stoffe noch zu irgend etwas taugten, während sie andre erwiesene Nährstoffe z. B. das Albumin u. dergl. so sehr zu Rathe hält, dass dieselben selbst in Krankheiten nur seltner in die Excrete übergehen. Noch weniger dürfte aber das Vorkommen des fraglichen Stoffs in der Fleischbrühe etwas für dessen Nährkraft beweisen; denn sehen wir auch ab von der höchst

geringen Menge, in welcher das Kreatin im Fleische vorkommt, und von der wahrhaft homöopathischen Dosis, in der wir mit Fleisch oder Fleischbrühe jenes zu uns nehmen, so dürfte das gleichzeitige Vorkommen im Harn gewiss dafür sprechen, dass es vom Organismus nicht sonderlich hoch in seinen stoffergänzenden Fähigkeiten gehalten wird; denn sonst würde es ebensowenig als Eiweiss oder Leim von den Nieren ausgeschieden werden. Wir glauben aber, dass man aus der so allseitig durchgeführten, chemischen Untersuchung des Kreatins, wie sie nur von einem *Liebig* zu erwarten war, auch ohne physiologische Gründe darauf geführt werden muss, das Kreatin als einen *Ausscheidungsstoff* anzusehen. Das Kreatin erscheint uns seinen chemischen Qualitäten nach als ein Glied auf der Staffel der rückgängigen Stoffbewegung von dem Stande der höchsten Atomgewichte zu den Körpern einfachster Zusammensetzung, kurz der sogenannten regressiven Stoffmetamorphose. Das leichte Zerfallen des Kreatins in Kreatinin, Harnstoff und das dem Lactamid isomere Sarkosin, die gewiss Excretionsstoffe sind, beweist sicherlich, dass das Kreatin diesen Stoffen näher stehe, als dem Albumin und Fibrin; es deutet mit hoher Wahrscheinlichkeit an, dass auch im lebenden Körper das Kreatin in diese und ähnliche Stoffe zerfalle. Werden aber zuweilen solche Stoffe, wie z. B. die Milchsäure, noch zu besondern Zwecken im thierischen Organismus verwendet, so sind sie doch nicht als Nahrungsstoffe im engern Sinne des Worts d. h. als Material zum Ersatz der untauglich gewordenen stickstoffhaltigen Gewebe zu betrachten, denn nur als solches und nicht als Erwärmungsmaterial würde das Kreatin anzusehen sein. Wichtig aber im höchsten Grade ist das Kreatin für die physiologische Chemie, als es uns wiederum einen Blick thun lässt, in den Wechsel jener chemischen Stoffbewegungen, die an die Functionen der Organe gebunden sind und von denen wir der Mittelglieder nur noch wenige erhascht haben.

Kreatinin. $C_8 H_7 N_3 O_2$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieses Alkaloid bildet farblose, sehr glänzende Krystalle, welche dem monoklinischen Systeme angehören, schmeckt fast so ätzend wie Aetzammoniak, löst sich in 11,5 Th. Wasser von mittlerer Temperatur, leichter noch in heissem; von 100 Th. kaltem

Weingeist wird ungefähr 1 Th. Kreatinin aufgelöst; in heissem löst es sich aber in solcher Menge, dass es beim Erkalten sich in krystallinischen Massen wieder ausscheidet; auch in Aether ist es etwas auflöslich; es reagirt sehr stark alkalisch auf Pflanzenfarben und treibt selbst Ammoniak aus seinen Salzen aus. Eine nicht zu verdünnte Lösung von salpetersaurem Silberoxyd erstarrt zu einem Netz von Krystallnadeln, die beim Kochen mit Wasser sich auflösen und beim Erkalten wieder zum Vorschein kommen. Quecksilberchloridlösung giebt damit einen käsigen Niederschlag, der bald krystallinisch wird; Chlorzink bewirkt sogleich einen krystallinisch körnigen Niederschlag. Platinchlorid giebt aber in einer einigermassen verdünnten Lösung kein Präcipitat.

Zusammensetzung. Die Kenntniss derselben verdanken wir lediglich *Liebig* [1]), der aus den Analysen der Salze dieses Körpers die obige Formel abgeleitet hat, wornach es besteht aus:

Kohlenstoff	8 At.	42,48
Wasserstoff	7 „	6,19
Stickstoff	3 „	37,17
Sauerstoff	2 „	14,16
		100,000

Atomgewicht = 1412,5. Da dieser Körper so stark basische Eigenschaften besitzt, so ist für seine theoretische Zusammensetzung die *Berzelius*'sche Hypothese wohl die annehmbarste, Ammoniak gepaart mit einem stickstoffreichen Körper, der gerade 1 At. Wasserstoff weniger enthält als das Theeïn = H_3 N. C_8 H_4 N_2 O_2. Uebrigens lehrt eine Vergleichung der Formeln, dass das Kreatinin gerade 2 At. Wasser weniger enthält als das wasserfreie Kreatin.

Verbindungen. Die Verbindungen des Kreatinins mit Säuren sind, soweit sie bekannt, in Wasser löslich und gut krystallisirbar.

Salzsaures Kreatinin, $\dot{K}$. HCl, krystallisirt aus heissem Alkohol in kurzen durchsichtigen Prismen, aus Wasser in breiten Blättern; mit *Platinchlorid* giebt es eine leicht lösliche, in morgenrothen Säulen krystallisirende Verbindung = $\dot{K}$. HCl. + Pt Cl_2.

Schwefelsaures Kreatinin, $\dot{K}$. HO. SO_3, bildet concentrisch gruppirte, durchsichtige, quadratische Tafeln, die bei 100° kein Wasser verlieren und vollkommen klar bleiben.

Mit den oben erwähnten *Metallsalzen* giebt das Kreatinin krystal-

[1]) *Liebig*, a. a. O.

lisirbare Verbindungen, welche sämmtlich basische Doppelsalze sind; mit Kupferoxydsalzen bildet es schön blaue, krystallisirbare Doppelsalze.

Darstellung. Aus dem Kreatin erzeugt man das Kreatinin am einfachsten, wenn jenes mit Salzsäure so lange eingedampft wird, bis alle überschüssige Säure verflüchtigt ist; aus der salzsauren Verbindung trennt man die Basis am besten durch Digestion mit Bleioxydhydrat. Die Darstellung des Kreatinins aus dem Harn ist schon bei dem Kreatin angedeutet; auch wenn man es aus der Fleischflüssigkeit darstellen will, ist die Chlorzinkverbindung in Gebrauch zu ziehen und dieses durch Bleioxydhydrat zu zerlegen; durch Alkohol ist alsdann Kreatinin vom Kreatin leicht zu trennen.

Prüfung. Dieser Körper ist im Allgemeinen leicht von andern thierischen Substanzen zu unterscheiden, sobald er einmal von anhängenden, organischen Substanzen möglichst befreit ist. Seine alkalische Reaction, seine Verbindbarkeit mit den obengenannten Metallsalzen zu krystallinischen Materien, die Leichtlöslichkeit der Platinchloridverbindung und dergleichen mehr characterisiren ihn hinlänglich.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Kreatinin ist von *Liebig* nur in den *Muskeln* und im *Harne* gefunden worden. Ueber die Mengen desselben ist bis jetzt nichts bekannt geworden; nur soviel scheint nach den Untersuchungen *Liebig's* unzweifelhaft, dass in den Muskeln bei weitem mehr Kreatin als Kreatinin gefunden wird, im Urine aber die Menge des Kreatinins sehr überwiegend ist über die des Kreatins.

Im *Fruchtwasser* ist nach *Scherer* [1]) höchst wahrscheinlich auch Kreatinin enthalten.

Ursprung. Die Entstehung des Kreatinins aus dem Kreatin kann nach dem Mitgetheilten kaum zweifelhaft sein; denn wenn auch *Liebig* nicht durch die künstliche Umwandlung der einen in die andre Substanz den besten Beweis dafür geliefert hätte, so würde doch das eben erwähnte Vorkommen beider in umgekehrten Verhältnissen im Fleisch und im Harn so wie *Liebig's* Erfahrung, dass gefaulter Harn kein Kreatin, sondern nur Kreatinin liefert, dafür sprechen, dass auch im lebenden Körper dieses aus jenem hervorgeht und daher als reines Excretionsproduct anzusehen ist.

---

[1]) *Scherer*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. 1 S. 91.

Tyrosin. C_{16} H_9 N O_5.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet seidenglänzende, blendend weisse Nadeln, ist in Wasser sehr schwer löslich, in Alkohol und Aether gar nicht; von Alkalien wird er leicht aufgelöst, geht auch mit Säuren Verbindungen ein, ausser mit Essigsäure.

Zusammensetzung. Dieser Körper wurde von *Liebig* [1]) entdeckt und analysirt. Er hält indessen zur Rechtfertigung der von ihm aufgestellten Formel eine Wiederholung der Analyse für nöthig.

Darstellung. Gut ausgepresster und von anhängender Butter befreiter Käse oder wohlgetrocknetes Fibrin oder Albumin werden nach *Liebig* und *Bopp* [2]) mit ihrem gleichen Gewichte Kalihydrat so lange geschmolzen, bis sich neben Ammoniak Wasserstoff zu entwickeln anfängt, oder mit andern Worten bis die anfangs dunkelbraune Farbe in Gelb übergegangen ist; löst man dann die Masse in heissem Wasser und übersättigt etwas mit Essigsäure, so scheidet sich das Tyrosin in Nadeln ab, die durch Auflösen in kalihaltigem Wasser und nochmaliges Ansäuern mit Essigsäure völlig rein erhalten werden. Von dem ihm anhängenden braunrothen Farbstoffe befreit man es, indem man sein salzsaures Salz mit Thierkohle behandelt, und die farblose Flüssigkeit mit überschüssigem essigsaurem Kali kocht, wobei sich Chlorkalium bildet, das Tyrosin aber frei von Essigsäure beim Erkalten in fein verfilzten Nadeln ausscheidet. Dieser Körper bildet sich übrigens auch bei der Fäulniss des Albumins, Fibrins und Caseïns neben Leucin und mehreren Säuren der ersten Gruppe. Da das Tyrosin sich endlich auch bei der Zersetzung der ebengenannten Proteïnverbindungen durch concentrirte Salzsäure oder durch Schwefelsäure (ebenfalls neben Leucin) bildet, so kann auch dieses Verfahren zur Darstellung dieses Stoffs benutzt werden. Man löst zu dem Zwecke 1 Th. der Proteïnverbindungen in der 4 fachen Menge concentrirter Salzsäure, setzt 4 Theile Schwefelsäure zu und dampft im Wasserbade ab. Aus dem syrupartigen, schwarzbraunen Rückstande wird die Salzsäure durch Abdampfen ausgetrieben, dann in Wasser gelöst, und mit Kalkmilch gekocht, aus der filtrirten Flüssigkeit der überschüssige Kalk durch Schwefelsäure, deren Ueberschuss durch essigsaures Bleioxyd und das Blei durch

[1]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 127.
[2]) *Bopp*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69 S. 19—37.

Schwefelwasserstoff entfernt; aus dem Syrup scheiden sich Krystalle von Tyrosin und Leucin ab, die wie oben angegeben von einander getrennt werden.

Leucin. $C_{12}\ H_{13}\ N\ O_4$.

Eigenschaften. Glänzende, farblose Blätter, die zwischen den Zähnen knirschen und sich fettig anfühlen, geruch- und geschmacklos, leichter als Wasser, schmilzt über 100°, sublimirt sich bei vorsichtigem Erhitzen auf 170° unverändert, ist in 27,7 Th. Wasser bei 17,°5 löslich, so wie auch in 625 Th. Alkohol von 0,828 spec. Gewichte, in heissem Wasser und Alkohol viel leichter löslich, in Aether aber gar nicht, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben; aus seiner wässrigen Lösung wird es durch kein Reagens ausser salpetersaurem Quecksilberoxydul gefällt. Von Aetzammoniak wird es leichter als von Wasser aufgelöst. In concentrirter Schwefelsäure und Salzsäure wird es unverändert aufgelöst und verträgt selbst das Erwärmen damit ohne Zersetzung; von kalter Salpetersäure wird es unverändert aufgelöst, beim Kochen aber in nichts als flüchtige Producte verwandelt; an Salzsäuregas absorbiren 100 Th. ungefähr 28 Th. Von Chlorgas wird es zerstört. Wird seine wässrige Lösung mit Stickstoffoxyd oder andern oxydirenden Mitteln behandelt, so bildet sich unter Stickstoffentwicklung *Leucinsäure*, $C_{12}\ H_{11}\ O_5 . HO$. Wird es dagegen mit Kalihydrat geschmolzen, so liefert es unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure, Wasserstoff und Ammoniak Baldriansäure ($C_{12}\ H_{13}\ N\ O_4 + 3\ KO + 3\ HO = 2\ KO . CO_2 + H_3\ N + 4\ H + KO . C_{10}\ H_9\ O_3$); dieselbe Zersetzung erleidet es auch durch Fäulniss, in welche eine reine Leucinlösung auf Zusatz einer geringen Menge Fleischfaser oder Eiweiss sehr leicht übergeht.

Zusammensetzung. Nach *Braconnot's* Untersuchungen über das Leucin wurde dieses in neuerer Zeit von *Mulder* analysirt, der aus seinen Versuchen für dasselbe die Formel $C_{12}\ H_{12}\ N\ O_4$ ableitete: allein spätere Analysen, die fast gleichzeitig von *Laurent* und *Gerhardt* [1]), von *Cahours* [2]) und von *Horsford* ausgeführt wurden, bewiesen, dass im Leucin 1 Aeq. Wasserstoff mehr enthalten ist, als *Mulder* angenommen hatte und seinen neuesten Untersuchungen [3]) nach

---

[1]) *Laurent* und *Gerhardt*, Compt. rend. T. 27 p. 256—258.

[2]) *Cahours*, ebendas. p. 265—268.

[3]) *Mulder*, Scheikund. Onderzoek. D. 5 p. 371—377.

noch annimmt. Demnach enthält das Leucin, welches übrigens ohne Krystallwasser krystallisirt:

Kohlenstoff	12	At.	54,96
Wasserstoff	13	„	9,92
Stickstoff	1	„	10,68
Sauerstoff	4	„	24,44
			100,00

Atomgewicht = 1637,5.

Da das Leucin fast gar keine basischen Eigenschaften hat, so ist die Ansicht, es sei ein gepaartes Ammoniak = H_3 N. C_{12} H_{10} O_4, wohl die wenigst wahrscheinliche Hypothese seiner theoretischen Zusammensetzung. Aus der oben erwähnten Erfahrung *Liebig's* [1]), dass das Leucin mit Kalihydrat neben flüchtigen Producten Baldriansäure liefert, lässt sich vorläufig keine theoretische Formel für diesen Körper ableiten, allein *Gerhardt* und *Laurent* so wie auch *Cahours* begründeten zum Theil hierauf jene Reihe homologer Körper, von der Formel C_n H_{n+1} N O_4, zu denen, wie wir bald sehen werden, das Sarkosin und Glycin gehört. *Cahours* [2]) aber und später *Strecker* [3]) benutzten das *Piria'*sche Verfahren, Amidverbindungen durch Stickstoffoxyd in Wasser, Stickstoff und die ursprüngliche Säure zu zerlegen (vergl. S. 40), dazu, um auch aus dem Leucin die oben erwähnte *Leucinsäure* darzustellen. Darnach würde sich das Leucin allerdings als das *Amid* dieser Säure betrachten lassen: denn H_4 NO. C_{12} H_{11} O_5 — 2 HO = C_{12} H_{13} N O_4; die theoretische Formel desselben müsste demnach sein = H_2 N. C_{12} H_{11} O_4.

Verbindungen. Nach *Gerhardt* und *Laurent* giebt das Leucin mit Säuren sehr schön krystallisirbare Salze, allein dieselben tragen fast mehr das Gepräge gepaarter Säuren an sich, so dass man das Leucin in derselben als Paarling betrachten könnte, wogegen freilich spricht, dass hier der Paarling, wie sonst gewöhnlich beim Eintreten in die Verbindung, kein Wasser verliert und beim Austreten kein solches aufnimmt; den sauren Aethyloxydsalzen sind diese Verbindungen aber auch nicht zu vergleichen, da sich immer nur 1 At. Säure mit dem Leucin verbindet; am ähnlichsten sind sie einerseits jenen Aetherarten, die sowohl eigentliche neutrale Salze, als gepaarte Säuren repräsentiren

---

[1]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57 S. 128.

[2]) *Cahours*, a. a. O.

[3]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68 S. 52—55.

können z. B. salicylsaures Methyl- und Aethyloxyd; noch mehr aber den Verbindungen der Alkaloide mit neutralen Metallsalzen, wie wir solche eben erst beim Kreatinin kennen gelernt haben.

Salpetersaures Leucin, *Leucinsalpetersäure*, C_{12} H_{13} N O_4. HO. NO_5, scheidet sich beim Sättigen von mässig concentrirter Salpetersäure mit Leucin krystallinisch aus; schmeckt sauer aber nicht scharf; die Salze verpuffen beim Erhitzen, zum Theil sind dieselben krystallisirbar.

Salzsaures Leucin, C_{12} H_{13} NO_4. HCl, ebenfalls gut krystallisirbar.

Leucinsäure, C_{12} H_{11} O_5. HO, wird nicht nur auf die eben erwähnte Weise durch oxydirende Mittel aus dem Leucin gebildet, sondern auch wenn dasselbe in seiner wässrigen Lösung der Luft längere Zeit ausgesetzt wird; es entwickelt sich dann ein übler Geruch und in der Lösung ist das Ammoniaksalz dieser Säure. Dieselbe ist nicht krystallisirbar, ölartig, in Alkohol und Aether leicht löslich und giebt mit Basen krystallisirbare Salze.

Cahours hat auf die Analogie des Leucins mit der von *Liebig* und *Wöhler*[1]) entdeckten Basis, *Thialdin*, aufmerksam gemacht, indem beide Körper gleiche Aeq. Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff enthalten, während im Thialdin an der Stelle der 2 At. Sauerstoff des Leucins 2 At. Schwefel enthalten sind. Dieser Körper entsteht, wenn Aldehydammoniak mit Aetzammoniak und Schwefelwasserstoff in Berührung gebracht wird; er bildet grosse, farblose, rhombische Tafeln, die leicht schmelzen, bei 42° wieder erstarren, an der Luft schon verdunsten und mit Wasser, aber nicht für sich allein, unzersetzt destillirt werden können; wenig in Wasser, leicht in Alkohol, sehr leicht in Aether löslich und ohne Reaction auf Pflanzenfarben sind. Untersuchte Salze sind C_{12} H_{13} N S_4. HCl und C_{12} H_{13} N S_4. HO. NO_5; dieser Körper giebt also auch dem Leucin völlig analoge Verbindungen. Bei der trocknen Destillation mit Kalihydrat verhält er sich aber ganz anders als Leucin, denn er liefert dann Leukolin (sonst Chinolin genannt).

Darstellung. Nach *Mulder* ist das von *Proust* gefundene *Käseoxyd* und das *Braconnot*'sche *Aposepedin* ganz identisch mit dem Leucin. Dasselbe bildet sich daher hauptsächlich bei der Fäulniss des Caseïns (*Iljenko*[2] und *Bopp*[3]) so wie auch des Klebers (Walter Crum[4]). Werden Käsestoff oder andre eiweissartige Körper mit gleichen Theilen

[1]) *Liebig* und *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61 S. 1—11.
[2]) *Iljenko*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58 S. 264—273.
[3]) *Bopp*, ebendas. Bd. 69 S. 19—37.
[4]) *Walter Crum*, Berzel. Lehrb. d. Ch. Bd. 9 S. 684.

Kalihydrat geschmolzen und aus der gelösten Masse das Tyrosin auf die eben angeführte Weise entfernt, so krystallisirt aus der Mutterlauge das Leucin, welches durch Umkrystallisiren aus Alkohol leicht gereinigt wird. Wird Leim auf ähnliche Weise behandelt oder nur mit Kalilauge längere Zeit gekocht, so erhält man nach dem Sättigen mit Schwefelsäure und Entfernen des schwefelsauren Kalis mittelst Alkohol Leucin und Glycin; da das letztere in Alkohol weit schwerer löslich ist, so können hierdurch beide Stoffe leicht von einander getrennt werden. Das Leucin entsteht aber auch durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure auf eiweissartige Stoffe, wird Fleisch z. B. mit einem gleichen Volumen concentrirter Schwefelsäure gelind erwärmt, dann mit dem doppelten Gewichte Wassers 9 Stunden lang gekocht, die Säure durch Kalk gesättigt, und der Rückstand der filtrirten Lösung mit Alkohol extrahirt, so erhält man beim Verdunsten unreine Leucinkrystalle, die durch Umkrystallisiren zu reinigen sind. Schmilzt man gleiche Theile einer Proteïnverbindung und Kalihydrat zusammen, unterbricht aber die Operation, ehe die Masse gelb geworden ist (wie es zur Darstellung des Tyrosins nöthig war), so erhält man nach der beim Tyrosin angegebenen Behandlungsweise nur Leucin, da das Tyrosin sich erst durch längere Einwirkung aus dem Leucin zu bilden scheint.

Prüfung. Ist das Leucin einmal ziemlich rein dargestellt, und stimmen die Eigenschaften mit denen des bekannten Leucins überein, so giebt die Zersetzung desselben in Baldriansäure u. s. w. so wie das Verhalten zu Salpetersäure schon ziemlich bestimmten Entscheid. Indessen dürfte eine Elementaranalyse nicht ganz überflüssig sein, da zu erwarten steht, dass es noch eine Anzahl sehr ähnlicher Körper giebt, deren Entdeckung und näherer Beschreibung wir täglich entgegensehen.

Sarkosin. $C_6 H_7 N O_4$.

Eigenschaften. Breite, farblose, durchsichtige Blätter oder gerade, rhombische Säulen, deren Enden durch auf den stumpfen Kanten gerade aufgesetzte Endflächen zugeschärft sind, welche bei 100° schmelzen und bei etwas höherer Temperatur sich unzersetzt verflüchtigen. Das Sarkosin löst sich leicht in Wasser, schwer in Alkohol, nicht in Aether; die wässrige Lösung schmeckt süsslich scharf, schwach metallisch, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben und wird weder durch

salpetersaures Silberoxyd noch durch Quecksilberchlorid gefällt; mit Kupferoxydsalzen giebt es, gleich dem Ammoniak lasurblaue Lösungen. Mit Kalihydrat geschmolzen giebt es nach *Laurent* und *Gerhardt*[1]) gleich dem Leucin Wasserstoff, Ammoniak, Kohlensäure, aber anstatt der Baldriansäure Essigsäure ($C_6 H_7 N O_4 + 3 KO + 3 HO = 2 KO. CO_2 + 4 H + H_3 N + KO. C_4 H_3 O_3$).

Zusammensetzung. Auch dieses Körpers Entdeckung und Analyse verdanken wir *Liebig*. Er besteht nach obiger von *Liebig*[2]) berechneten Formel aus:

Kohlenstoff	6 At.	40,45
Wasserstoff	7 „	7,86
Stickstoff	1 „	15,73
Sauerstoff	4 „	35,96
		100,00

Atomgewicht = 1112,5.

Merkwürdig ist, dass dieser Körper dem von *Pelouze* entdeckten *Lactamid* (vergl. oben S. 93) und dem von *Dumas* aus Chlorkohlensäureäther dargestellten *Urethan* isomer ist; es wäre also um so wichtiger, die theoretische Zusammensetzung oder die innere Lagerung der Atome in diesen Substanzen kennen zu lernen. Man könnte das Lactamid, wie gewöhnlich geschieht, als Amid mit der eines At. Sauerstoff beraubten Milchsäure = $H_2 N. C_6 H_5 O_4$ ansehen, und nach *Berzelius* Hypothese des Sarkosin als copulirtes Ammoniak = $H_3 N. C_6 H_4 O_4$ betrachten, was auch für jetzt das wahrscheinlichste ist; allein merkwürdig ist der Umstand, dass gerade das Lactamid, wie oben S. 93 erwähnt, aus dem Lactid d. h. einem Körper, der gerade dem Paarling des Ammoniaks im Sarkosin isomer ist, und Ammoniak dargestellt wird; man hätte auf jenem Wege gerade eher die Bildung von Sarkosin, nicht aber die eines Amids erwarten sollen. Das Zerfallen des Lactamids durch Kali in Milchsäure und Ammoniak und dagegen das des Sarkosins in Essigsäure u. dergl. würde diese beiden Körper allein schon als verschieden constituirt erweisen, wenn diess nicht auch die übrigen Eigenschaften thäten. Würde, wie *Laurent* und *Gerhardt* so wie auch *Cahours*[3]) erwarten, durch Stickstoffoxyd das Sarkosin wirklich in Milchsäure u. s. w. zerfallen, so könnte, da wir das eigentliche Lactamid

---

[1]) *Laurent* und *Gerhardt*, a. a. O.

[2]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 272.

[3]) *Cahours*, a. a. O.

kennen, diese Piria'sche Probe auf Amide wenigstens nicht viel mehr beweisen, und dann fiele auch der Beweis für die Amidnatur des Leucins und des alsbald zu beschreibenden Glycins hinweg.

Verbindungen. Mit mehrern Säuren giebt das Sarkosin sehr gut krystallisirbare Salze.

Salzsaures Sarkosin, $C_6 H_7 N O_4 . HCl$, krystallisirt in kleinen, durchsichtigen Nadeln und Körnern; mit Platinchlorid giebt die Lösung ebenso wenig als die des salzsauren Kreatinins einen Niederschlag, wohl aber beim Verdunsten eine in honiggelben Oktaëdersegmenten krystallisirende lösliche Doppelverbindung. $C_6 H_7 N O_4 . HCl + Pt Cl_2 + 2 HO$.

Schwefelsaures Sarkosin, $C_6 H_7 N O_4 . HO . SO_3 + Aq.$, krystallisirt entweder in grossen, gefiederten Blättern oder in vierseitigen, stark glänzenden Prismen, löst sich in Wasser und heissem Alkohol, röthet Lackmus.

Mit *essigsaurem Kupferoxyd* giebt das Sarkosin ein tief dunkelblaues, in dünnen Blättern krystallisirendes Doppelsalz.

Darstellung. Diese Basis ist noch nicht im Thierkörper präformirt gefunden worden, sondern nur als Zersetzungsproduct des Kreatins bekannt; wird nämlich eine kochend gesättigte Lösung von Kreatin mit dem 10 fachen Gewichte des letztern an reinem krystallisirten Aetzbaryt digerirt, so scheidet sich nach dem Aufhören der Ammoniakentwicklung aus der vom kohlensauren Baryt abfiltrirten Flüssigkeit das Sarkosin in Krystallen ab; gereinigt wird es durch Fällen seines schwefelsauren Salzes mit Alkohol und Zersetzen desselben durch kohlensauren Baryt.

Prüfung. Diese ergiebt sich aus der angeführten Darstellungsweise und den Eigenschaften des Sarkosins selbst.

Glycin. $C_4 H_5 N O_4$.

Eigenschaften. Dieser Körper, der früher *Leimzucker* und neuerdings auch *Glycocoll* genannt wurde, krystallisirt in farblosen rhombischen dem monoklinometrischen Systeme angehörigen Prismen, die zwischen den Zähnen knirschen, weniger süss wie Rohrzucker schmecken, geruchlos und luftbeständig sind; bei 100° verlieren sie

kein Wasser, bei 178° schmelzen sie und zersetzen sich; lösen sich in 4,3 Th. kaltem Wasser, schwer in kaltem, leichter in heissem Weingeist, kaum in absolutem Alkohol und nicht in Aether; die Lösungen sind ohne Reaction auf den polarisirten Lichtstrahl wie auf Pflanzenfarben. Im Kreise eines galvanischen Stroms wird das Glycin sehr bald zerlegt, am negativen Pole zeigt sich alkalische Reaction von ausgeschiedenem Ammoniak, am positiven dagegen saure Reaction. Von Mineralsäuren und nicht zu concentrirten Alkalilösungen wird das Glycin unverändert aufgelöst. Schwefelsaures Kupferoxyd und Kali geben mit dem Glycin eine lasurblaue Lösung, die beim Erhitzen kein Kupferoxydul abscheidet. Wird ferner Glycin mit concentrirter Kalilösung gekocht oder mit Baryt- oder Bleioxydhydrat, so nimmt die Flüssigkeit unter Ammoniakentwicklung eine prächtig feuerrothe Farbe an, die bei fortgesetztem Erwärmen wieder verschwindet. Hierbei bildet sich ausser Ammoniak Wasserstoff, Oxalsäure und Blausäure *(Horsford)*. Wird es dagegen mit Kalihydrat geschmolzen, so zersetzt es sich, analog dem Leucin und Sarkosin, in Ameisensäure, Ammoniak, Kohlensäure und Wasserstoffgas ($C_4 H_5 N O_4 + 3 KO. HO = 2 KO. CO_2 + 4 H + KO. C_2 H O_3$ Gerhardt und Laurent [1]). Wird endlich eine wässrige Glycinlösung mit salpetriger Säure oder Stickstoffoxyd behandelt, so bildet sich unter Entwicklung von Stickstoffgas Glycinsäure $= C_4 H_3 O_5 . HO$ *(Strecker* [2]). Auch durch Chlorgas und andre stärker oxydirende Einflüsse z. B. übermangansaures Kali, Salpetersäure und chlorsaures Kali entsteht eine stickstofffreie Säure, welche höchst wahrscheinlich mit der ebengenannten identisch ist *(Horsford)*.

Horsford hat das Barytsalz analysirt und aus diesem die Formel $C_3 H_3 O_6$ für die Säure berechnet, allein für diese Formel findet sich in der Analyse zu wenig Wasserstoff und zu viel Kohlenstoff; sollte daher Horsford zufällig die im Baryt zurückbleibende Kohlensäure vergessen haben, der organischen Substanz beizurechnen, so würde die Formel des Barytsalzes $= Ba O. C_4 H_3 O_5$ sein und sonach der der *Strecker*'schen Säure entsprechen. Das Barytsalz war schwerlöslich, aber gut krystallisirbar.

Zusammensetzung. Nach obiger Formel, die aus den übereinstimmden Analysen von *Laurent* [3]), *Mulder* [4]) und *Horsford* hervorgegangen ist, besteht das freie bei 100° getrocknete Glycin aus:

---

[1]) *Gerhardt* und *Laurent*, a. o. a. O.
[2]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68 S. 54.
[3]) *Laurent*, Compt. rend. T. 20 p. 789.
[4]) *Mulder*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 38 S. 294 – 297.

Kohlenstoff	4	At.	32,00
Wasserstoff	5	,,	6,67
Stickstoff	1	,,	18,67
Sauerstoff	4	,,	42,66
			100,000

Atomgewicht = 937,5. *Horsford*[1]), der die ausführlichste Untersuchung über das Glycin in neuerer Zeit ausgeführt hat, leitet aus den Untersuchungen der Verbindungen des Glycins mit Säuren so wie mit einigen Metalloxyden für das freie Glycin die Formel $C_4 H_4 N O_3 . HO$ ab, so dass er also dem freien Glycin 1 Atom gebundenes Wasser beizählt, wodurch freilich die von *Laurent* und *Cahours* beanspruchte Homologie des Leucins, Sarkosins und Glycins zweifelhaft werden würde. Die Analogie in der Constitution dieser drei Körper ist indessen nicht zu läugnen; abgesehen davon dass die empirische Formel $C_n H_{n+1} N O_4$ auch auf das Glycinhydrat anwendbar ist, so zeigt auch sein Verhalten gegen Kalihydrat sowohl als gegen Stickstoffoxyd die grösste Aehnlichkeit mit den genannten Körpern. Die *Strecker*'sche Entdeckung der Glycinsäure durch Zerlegung des Glycins mittelst Stickstoffoxyd würde das letztere als Amid jener Säure betrachten lassen, so wie das Leucin als Amid der Leucinsäure angesehen werden konnte; seine theoretische Formel würde dieser Hypothese nach $= H_2 N C_4 H_3 O_4$ sein. *Berzelius*[2]) nimmt das Atomgewicht des Glycins doppelt so gross an, und nach ihm ist demnach die empirische Formel desselben $= C_8 H_8 N_2 O_6 + 2 HO$ zu schreiben; theoretisch sieht er aber den Leimzucker als Alkaloid an, und zwar als Ammoniak gepaart mit einem stickstoffhaltigen Körper, so dass seine rationelle Formel ist $= H_3 N . C_8 H_5 N O_6 + 2 HO$.

Hierdurch wird freilich die Homologie mit dem Sarkosin vollkommen vernichtet. *Berzelius* stützt sich bei Aufstellung dieses doppelt so hohen Atomgewichts auf die starke Acidität der Salze, die auf 1 At. Säure $C_4 H_4 N O_3$ enthalten; allein bei so schwach basischen Körpern dürfte wohl auf diese Acidität nicht so viel zu geben sein, abgesehen davon, dass namentlich die Verbindungen des Glycins mit Salzen und besonders den Chloriden ganz für das *Horsford*'sche Atomgewicht sprechen. *Horsford* ist hauptsächlich wegen des Verhaltens des Glycins im galvanischen Strome geneigt, dasselbe für eine salzartige Verbindung, nämlich für eine dem hyp. wasserfreien fumarsauren Ammoniak

[1]) *Horsford*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 60, S. 1—57.

[2]) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 655.

isomere Verbindung anzusehen, denn $C_4 H_4 N O_3 = H_3 N + C_4 H O_3$. Wahrscheinlicher bleibt aber doch die *Laurent-Strecker*'sche Hypothese, da wir auf eigentliche Amidverbindungen viel häufiger in der organischen Natur stossen, als auf Verbindungen von wasserfreien Säuren mit dem eigentlichen Ammoniak.

Verbindungen. Die Verbindungen des Glycins mit Säuren sind sämmtlich krystallisirbar, ziemlich leicht löslich und von stark saurer Reaction.

Neutrales salzsaures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 . HO . HCl$, krystallisirt in langen flachen Prismen, die durchsichtig und glänzend sind, an der Luft leicht zerfliessen, in Wasser und Weingeist sich leicht lösen, wenig aber in absolutem Alkohol. *Horsford* hat noch folgende basische salzsaure Salze dargestellt: $2 C_4 H_4 N O_3 + HO + HCl$, rhombische, luftbeständige Prismen; $2 (C_4 H_4 N O_3 . HO) + HCl$, gut krystallisirbar; $3 C_4 H_4 N O_3 + 2 HO + 2 HCl$ wurde aus trocknem Leimzucker in Salzsäuregas erhalten; auf ähnliche Weise wurde auch dasselbe Salz mit nur 1 At. Wasser erhalten; diese basischen Salze könnten wohl Gemenge zweier Salze sein. Eine Verbindung des salzsauren Glycins mit Platinchlorid wurde von *Berzelius*[1]) dargestellt, indem er ein Gemeng von *Platinchlorid* und dem salzsauren Salze mit absolutem Alkohol auszog und aus der Lösung durch Aether erst das überschüssige salzsaure Glycin fällte, nachher aber die Doppelverbindung in gelben, ölartigen Tropfen erhielt, welche an der Luft in gelben, wawellitförmig gruppirten Nadeln anschossen; diese Verbindung ist in Wasser und Alkohol leicht löslich und enthält viel Krystallwasser, durch welche Eigenschaften es sich sehr von den analogen Doppelverbindungen der meisten Alkaloide unterscheidet. Wird aber freies Glycin mit Platinchlorid gemengt, so bildet sich $C_4 H_4 N O_3 + 2 HO + Pt Cl_2$ in schwarzen *(Berzelius)* oder rothen Krystallen *(Horsford)*. An Verbindungen mit *Schwefelsäure* erhielt *Horsford* folgende: $C_4 H_4 N O_3 . SO_3$; $C_4 H_4 N O_3 . HO . SO_3$; $3 (C_4 H_4 N O_3 . HO) + 2 (SO_3 . HO)$; $3 C_4 H_4 N O_3 + 2 SO_3 + HO$; $3 (C_4 H_4 N O_3 . HO) + 2 SO_3 + HO$.

Salpetersaures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 . HO + NO_5 . HO$, meist nadelförmige Krystalle, zuweilen grosse, tafelförmige, dem monoklinischen System angehörig, luftbeständig, von saurem Geschmack.

Man sah das salpetersaure Glycin früher als gepaarte Säure an, allein diese Verbindungen, welche aus der Vereinigung des salpetersauren Glycins mit Basen hervorgehen, sind wahre salpetersaure Salze, denen sich Glycin beigesellt;

[1]) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 658.

denn sie lassen sich, wie *Horsford* gezeigt, unmittelbar herstellen, wenn man die salpetersauren Salze mit Glycin digerirt.

Oxalsaures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 . HO . C_2 O_3$, wawellitförmige Krystalle, luftbeständig.

Essigsaures Glycin, $C_4 H_4 N O_3 . HO . C_4 H_3 O_3 + 2 HO$, krystallisirbar, in Alkohol unlöslich.

Horsford fand ferner, dass das Glycin mit vielen *Salzen* krystallisirbare Verbindungen (gleich der oben erwähnten mit Platinchlorid) bildet; die meisten enthalten 1 At. Glycin auf 1 At. des Salzes. Mit *Basen*, zunächst mit Barythydrat und Kali, wurden ebenfalls krystallisirbare Verbindungen hergestellt. *Kupferoxyd-Glycin* wurde schon von *Boussignault* dargestellt und $= C_4 H_4 N O_3 . CuO$ gefunden; *Horsford* fand in der in prächtig blauen Nadeln krystallisirenden Verbindung noch 1 At. Wasser. Gleich dem Kupferoxydhydrat löst sich auch Bleioxydhydrat und Silberoxyd in einer wässrigen Lösung reinen Glycins auf und kann daraus durch Zusatz von Alkohol gefällt und krystallinisch erhalten werden. Die *Bleiverbindung* krystallisirt in Prismen, die *Silberverbindung* in Warzen.

Es bleibt rücksichtlich dieser Verbindungen noch manches zu untersuchen übrig; wir haben aber die Zusammensetzungen derselben hier ausführlicher angeführt, da man hiernach sich selbst sein Urtheil über die Constitution des Glycins bilden und sich für die eine oder andre der oben erwähnten Hypothesen entscheiden kann.

Darstellung. Das Glycin ist noch nicht im isolirten Zustande im thierischen Körper gefunden worden; jedoch hat man Grund anzunehmen, dass dieser Stoff in einigen bekannten thierischen Säuren als Paarling bereits präformirt enthalten ist; dafür spricht auch das eben in Betrachtung gezogene Verhalten dieses Körpers gegen Säuren, Basen und Salze; indessen ist es auch in vielen Fällen, die wir weiter unten kennen lernen werden, mehr als wahrscheinlich, dass das Glycin sich bei der Trennung von der Säure erst aus dem eigentlichen Paarlinge bildet, so wie bei der Verseifung aus dem hypothetischen Lipyloxyd das Glycerin hervorgeht. Solche Säuren sind z. B. Hippur- und Glykocholsäure; bei diesen wird daher auch erst von dem physiologischen Verhalten und der Genesis des Glycins die Rede sein.

Uebrigens kennt man aber seit lange schon das Glycin als Zersetzungsproduct thierischer Substanzen und zwar hauptsächlich des Leims durch Vermittlung concentrirter Mineralsäuren oder kaustischer Alkalien. Aus Leim gewinnt man es auf folgende Weise am besten: wird Leim mit starker Kalilauge so lange gekocht, als sich noch Am-

moniak entwickelt, so zerfällt er fast vollständig in ein Gemeng von 4 Th. Glycin und 1 Th. Leucin; die mit Schwefelsäure neutralisirte Flüssigkeit wird zur Trockniss verdunstet und der Rückstand mit Weingeist extrahirt, in welchem sich Glycin und Leucin auflösen; das Glycin, als schwerer löslich in Alkohol, krystallisirt zuerst heraus und zuletzt das Leucin; durch Umkrystallisiren und Behandlung mit etwas Thierkohle kann das Glycin leicht gereinigt werden.

Einfacher noch ist die Darstellung des Glycins aus Hippursäure; wird nämlich 1 Th. dieser Säure mit 4 Th. concentrirter Salzsäure ½ Stunde lang gekocht, so zerfällt jene in Glycin und Benzoësäure; bei Zusatz von Wasser zu der gekochten Flüssigkeit scheidet sich ein grosser Theil der Benzoësäure aus, die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit wird bis fast zur Trockniss abgedampft, der Rückstand (salzsaures Glycin) mit Aetzammoniak versetzt und durch absoluten Alkohol das Glycin gefällt und mit demselben ausgewaschen.

Prüfung. Ist einmal die für Glycin gehaltene Substanz von andern Stoffen möglichst getrennt, so ist es neben andern Eigenschaften hauptsächlich an seinem Verhalten gegen heisse Kalilauge, an seiner Schwerlöslichkeit in Alkohol und der blauen Lösung zu erkennen, die es mit Aetzkali und schwefelsaurem Kupferoxyd giebt, ohne Oxydul auszuscheiden; kann man noch die Verbindbarkeit desselben mit Säuren, so wie mit Baryt, Kupferoxyd, Bleioxyd u. dergl. zu krystallisirbaren Körpern studiren, so bleiben kaum Zweifel über seine Anwesenheit übrig. Vom Leucin ist es übrigens leicht durch seine Krystallform und seine Zersetzbarkeit in der Hitze zu unterscheiden.

Nach *Horsford* soll auf den Genuss von Glycin die Menge des Harnstoffs und der Harnsäure im Harn vermehrt werden, sich aber kein unverändertes Glycin vorfinden.

Harnstoff. $C_2 H_4 N_2 O_2$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Der Harnstoff krystallisirt, wenn er sich schnell ausscheidet, in weissen, seidenglänzenden Nadeln, bei langsamerer Krystallisation aber in farblosen, plattgedrückten vierseitigen Säulen, die viel hohle Räume enthalten und wie aus einzelnen Krystalllamellen zusammengelegt erscheinen; an den Enden wird das Prisma durch eine oder zwei schiefe Flächen geschlossen. Nach *C. Schmidt*[1])

[1]) *C. Schmidt*, Entwurf u. s. w. S. 41.

gehören diese Formen nicht dem monoklinischen Systeme an, sondern vielmehr einer parallelflächigen Hemiedrie, deren holoëdrische Gestalt dem rhombischen System angehört; die Krystalle enthalten übrigens kein Krystallwasser. Der Harnstoff ist geruchlos, von salzig kühlendem Geschmack und luftbeständig; er löst sich schon in seinem gleichen Gewichte Wasser und zwar unter merklicher Wärmebindung; von heissem Wasser wird er in jedem Verhältnisse aufgelöst; 4 bis 5 Th. kalten und 2 Th. warmen Alkohols lösen ihn ebenfalls auf; in wasser- und alkoholfreiem Aether und ätherischen Oelen ist er unlöslich, ohne Reaction auf Pflanzenfarben. Seine concentrirte wässrige Lösung wird durch Kochen oder längeres Aufbewahren nicht verändert, wohl aber eine verdünnte Lösung.

Gegen 120° schmilzt der Harnstoff unzersetzt, erst über 120° fängt er an Ammoniak zu entwickeln, breiartig zu werden und sich in Cyanursäure umzuwandeln ($3\ C_2\ H_4\ N_2\ O_2 = 3\ H_3\ N + C_6\ H\ N_3\ O_4 .\ 2\ HO$); schnell erhitzt liefert er auch Cyansäure, welche aus der obengebildeten Cyanursäure hervorgeht ($C_6\ H\ N_3\ O_4 .\ 2\ HO = 3\ C_2\ NO .\ HO$). Erhitzt man den Harnstoff sehr langsam, so verwandelt er sich (nach *Wöhler* und *Liebig*[1]) unter Verlust von Kohlensäure und Ammoniak in einen blendendweissen, in Wasser unlöslichen, aber in Säuren und Alkalien auflöslichen Körper $= C_4\ H_6\ N_4\ O_2$ (denn $3\ C_2\ H_4\ N_2\ O_2 - [2\ CO_2 + 2\ H_3\ N] = C_4\ H_6\ N_4\ O_2$). Wird dagegen der Harnstoff längere Zeit bei 150° bis 170° geschmolzen erhalten, so bildet sich neben genannten Verbindungen (nach *Wiedemann*[2]) noch das *Biuret*, $C_4\ H_5\ N_3\ O_4$ ($2\ C_2\ H_4\ N_2\ O_2 - H_3\ N = C_4\ H_5\ N_3\ O_4$).

Ist in einer Lösung Harnstoff neben Kochsalz oder Salmiak enthalten, so krystallisirt ersteres in Oktaëdern, letzteres in Würfeln; werden die Krystalle aber nachher in Wasser gelöst und von Neuem zum Krystallisiren gebracht, so scheidet sich wie gewöhnlich das Kochsalz in Würfeln und der Salmiak in Oktaëdern oder Efflorescenzen aus.

Verbindbar ist der Harnstoff nur mit einigen Säuren und wenigen Basen; aus seinen Lösungen wird er weder durch Metallsalze noch Gerbsäure noch durch irgend ein Reagens gefällt.

Beim Erhitzen einer concentrirten Lösung von Harnstoff mit salpetersaurem Silberoxyd scheidet sich cyansaures Silberoxyd aus und salpetersaures Ammoniak bleibt in Lösung: ($C_2\ H_4\ N_2\ O_2 + AgO .\ N\ O_5 = AgO .\ C_2\ N\ O + H_3\ N .\ HO .\ NO_5$).

[1]) *Wöhler* und *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54, S. 371.

[2]) *Wiedemann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 43, S. 271—280.

Durch salpetrige Säure wird der Harnstoff in Stickstoff, Wasser und Kohlensäure zerlegt ($C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO + 2 N O_3 = 6 HO + 2 CO_2 + 4 N$); durch Chlor in Stickstoff, Kohlensäure und Chlorwasserstoff ($C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO + 6 Cl = 6 HCl + 2 CO_2 + 2 N$).

Ebensowohl durch starke Mineralsäuren als durch kaustische Alkalien wird der Harnstoff beim Kochen unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak und Kohlensäure zersetzt ($C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO = 2 H_3 N + 2 CO_2$).

Sind der wässrigen Harnstofflösung organische, faulende oder fäulnissfähige Substanzen beigemengt, so geht der Harnstoff sehr bald in Kohlensäure und Ammoniak über.

Zusammensetzung. Obiger Formel gemäss besteht der Harnstoff aus:

Kohlenstoff	2 At.	20,000
Wasserstoff	4 „	6,666
Stickstoff	2 „	46,667
Sauerstoff	2 „	26,667
		100,000

Atomgewicht = 750,0. Ueber die rationelle Constitution des Harnstoffs ist viel discutirt worden, allein trotzdem sind wir darüber noch keineswegs im Klaren. *Dumas* stellte gleich nach seiner Entdeckung des Oxamids die Hypothese auf, der Harnstoff sei ein Amid der Kohlensäure, denn $2 H_3 N + 2 CO_2 - 2 HO = C_2 H_4 N_2 O_2$; und für diese Ansicht scheint das Verhalten des Harnstoffs gegen salpetrige Säure sowohl als seine leichte Zersetzbarkeit in Kohlensäure und Ammoniak zu sprechen. Allein *Berzelius* macht mit Recht auf die Analogie der Alkaloide mit Harnstoff in seinen Verbindungsverhältnissen mit Säuren aufmerksam, und sieht daher auch den Harnstoff als Ammoniak an, gepaart mit einem stickstoffhaltigen Körper, den er *Urenoxyd* nennt, so dass die rationelle Formel des Harnstoffs = $H_3 N . C_2 H N O_2$ sein würde. Für diese Ansicht spricht ausser der Analogie der Harnstoffsalze mit den Alkaloidsalzen hauptsächlich noch folgende Betrachtung: Cyansaures Ammoniak = $H_3 N . HO . C_2 N O$ setzt sich, wie wir sogleich sehen werden, in Harnstoff um; die Gruppirung der Atome muss im Harnstoff eine ganz andere sein, als in jenem Salze, da jener alle Eigenschaften eines Salzes verloren hat; nun wissen wir aber, dass das freie Cyansäurehydrat sich ganz spontan in das sog. Cyamelid = $C_2 H N O_2$ durch Umsetzung seiner Atome verwandelt; es liegt nun nichts näher, als anzunehmen, dass auch in der Verbindung mit

Ammoniak sich die Cyansäure ebenfalls das Wasser des Ammoniaksalzes so einverleibe, wie im freien Zustande, und dass jenes Cyamelid, wo nicht identisch, doch höchst analog dem Urenoxyd von *Berzelius* sei und so den Paarling des Ammoniaks im Harnstoff bilde. Vielleicht könnte zur Unterstützung dieser Hypothese auch die Existenz des Biurets geltend gemacht werden, da dieses sich am einfachsten aus 2 At. Urenoxyd und 1 At. Ammoniak bestehend ansehen lässt; denn $C_4 H_5 N_3 O_4 = H_3 N + 2 C_2 H N O_2$.

Verbindungen. Der Harnstoff ist nur mit manchen Säuren sich zu verbinden geneigt; *Cap* und *Henry* [1]) glaubten zwar Verbindungen des Harnstoffs mit Schwefel-, Milch-, Hippur- und Harnsäure dargestellt zu haben, allein die Existenz dieser Verbindungen wird mit Recht bezweifelt. Man kennt mit Sicherheit nur drei Salze des Harnstoffs, nämlich das salz-, salpeter- und oxalsaure.

Salzsaurer Harnstoff, $C_2 H_4 N_2 O_2 . HCl$, wurde gleichzeitig von *Erdmann* [2]) und *Pelouze* [3]) dargestellt, indem sie über Harnstoff einen Strom trocknen Chlorwasserstoffgases leiteten; die Verbindung ist weiss, hart und blättrig krystallinisch; an der Luft zieht sie Wasser an, aus dem dann die Salzsäure abdunstet und reiner Harnstoff krystallisirt; in Wasser zerfällt das Salz alsbald in Salzsäure und Harnstoff.

Salpetersaurer Harnstoff, $C_2 H_4 N_2 O_2 . HO . NO_5$, (nach *Regnault* wiederholt von *Marchand* [4]), *Heintz* [5]), *Fehling* [6]), *Werther* [7]) analysirt) entsteht durch Mischen einer concentrirten Harnstofflösung mit überschüssiger Salpetersäure; die Verbindung scheidet sich sogleich (beim Abkühlen fast vollständig) in grossen perlmutterglänzenden Schuppen oder in kleinen, glänzend weissen Blättchen aus; unter dem Mikroskop zeigen sich beim Zusammentreten von Harnstoff und Salpetersäure zuerst sehr stumpfe Rhombenoktaëder, an deren spitzern Winkel ($= 82^0$) allmälig sich mehr Massentheilchen anlegen, so dass diese gewissermassen an Masse zuzunehmen scheinen und das Oktaëder in rhombische Tafeln übergeht oder hexagonale Tafeln bildet

---

[1]) *Cap* und *Henry*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 24, S. 227.
[2]) *Erdmann*, ebendas. Bd. 25, S. 506.
[3]) *Pelouze*, Ann. de Ch. et de Ph. 1842. p. 63.
[4]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35, S. 481.
[5]) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 66, S. 114—122.
[6]) *Fehling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 249.
[7]) *Werther*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35, S. 51—66.

(deren gegenüberstehende spitze Winkel ebenfalls 82° betragen); diese Krystalle sind immer nur einzeln oder in gleichsam übereinandergeschobenen Massen zu finden (*C. Schmidt*[1]). Dieses Salz ist luftbeständig, von saurem Geschmack, in reinem Wasser weit leichter als in salpetersäurehaltigem löslich, auch in Alkohol, wobei starke Abkühlung stattfindet; beim Verdunsten seiner wässrigen Lösung effloreseirt das Salz sehr leicht, es röthet übrigens Lackmus; beim Kochen zersetzt sich seine concentrirte Lösung nicht, wohl aber die verdünnte in Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak, Wasser und Stickstoffoxydul ($C_2 N_4 N_2 O_2 . HO . NO_5 = H_3 N + 2 CO_2 + 2 HO + 2 NO$). Erhitzt man trocknen salpetersauren Harnstoff schnell, so verpufft er; bei langsamem Erhitzen auf 140° zerfällt er dagegen in Kohlensäure, Stickstoffoxydul, Harnstoff und salpetersaures Ammoniak. Aus einer nicht allzu verdünnten Lösung dieses Salzes schlägt eine Oxalsäurelösung oxalsauren Harnstoff nieder.

Oxalsaurer Harnstoff, $C_2 H_4 N_2 O_2 . HO . C_2 O_3$ (zuweilen noch 2 At. Krystallwasser aufnehmend, *Marchand*) wird ebenfalls durch unmittelbare Vereinigung der Bestandtheile erhalten und bildet für das unbewaffnete Auge lange dünne Blättchen oder Prismen; unter dem Mikroskop zeigt er sich gewöhnlich in hexagonalen, denen des salpetersauren Harnstoffs ähnlichen Tafeln oder hie und da auch in vierseitigen Säulen mit von den breiten Seiten des Prismas ausgehenden Grundflächen; die Form des oxalsauren Harnstoffs gehört wie die des salpetersauren dem monoklinischen Systeme an. Dieses Salz ist von saurem Geschmack, löst sich bei + 16° in 22,9 Th. Wasser und in 62,5 Th. Alkohol; aus der wässrigen Lösung wird es durch überschüssige Oxalsäure niedergeschlagen. Beim Erhitzen zersetzt es sich in kohlensaures Ammoniak und Cyanursäure.

Gleich dem Glycin vereinigt sich der Harnstoff auch mit *Salzen*, welche den Harnstoff so fest gebunden enthalten, dass sie beim Kochen ihrer Lösungen sich nicht nur nicht zersetzen, sondern dass selbst aus einigen nicht durch Oxal- oder Salpetersäure der Harnstoff ausgetrieben werden kann. (*Werther*[2]).

Werden concentrirte Lösungen von Harnstoff und salpetersaurem Silberoxyd gemischt, so bilden sich dicke Prismen von rhombischer Basis, die leicht in Wasser und Alkohol löslich sind $= C_2 H_4 N_2 O_2 . AgO . NO_5$. Durch Natronlauge wird aus dieser Lösung ein gelblicher Niederschlag erhalten $= 5 AgO +$

[1]) *C. Schmidt*, a. a. O. S. 42—45.

[2]) *Werther*, a. a. O.

$2\,C_2\,H_4\,N_2\,O_2$. Ausser diesen hat *Werther* noch folgende Verbindungen hervorgebracht: $C_2\,H_4\,N_2\,O_2 + 2\,AgO.\,NO_5$; $CaO.\,NO_5 + 3\,C_2\,H_4\,N_2\,O_2$; $MgO.\,NO_5 + 2\,C_2\,H_4\,N_2\,O_2$; $NaO.\,NO_5 + C_2\,H_4\,N_2\,O_2 + 2\,HO$; $NaCl + C_2\,H_4\,N_2\,O_2 + 3\,HO$, krystallisirt in zerfliesslichen rhombischen Prismen; $2\,HgCl + C_2\,H_4\,N_2\,O_2$; perlmutterglänzende, platte Prismen; aus den Lösungen dieser Verbindung wird Harnstoff weder durch Salpeter- noch Oxalsäure gefällt.

Umwandlungsproducte. Biuret, $C_4\,H_5\,N_3\,O_4$, bildet sich auf die oben angeführte Weise beim Erhitzen des reinen oder salpetersauren Harnstoffs auf 152° bis 170° hauptsächlich neben Cyanursäure; aus der wässrigen Lösung des Schmelzungsrückstandes wird die letztere durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt und nach Entfernung des überschüssigen Bleis durch Schwefelwasserstoff die Lösung abgedampft. Das Biuret bildet kleine Krystalle, löst sich leicht in Wasser und noch leichter in Alkohol, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, lässt sich nicht mit Basen verbinden, löst sich in concentrirter Schwefel- und Salpetersäure unverändert auf; mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali giebt es eine rothe Lösung. Rationelle Formel $= H_3\,N + 2\,C_2\,H\,N\,O_2$.

Darstellung. Der Harnstoff findet sich nicht nur präformirt im Thierkörper, sondern kann auch künstlich dargestellt werden. Als *Wöhler* die schöne Entdeckung gemacht hatte, dass beim Zusammentreten von Cyansäure und Ammoniak sich Harnstoff bilde, erstaunten die Physiologen damaliger Zeit, die noch von den Ideen der Lebenskräfte befangen waren, darüber, dass ein Stoff, der nur durch die organische Kraft gebildet werden zu können schien, auch durch die Hand des Chemikers aus sogenannten unorganischen Stoffen gebildet werden könne. Das Staunen der Physiologen hat aber allmälig nachgelassen, nicht blos, weil sie meist von jenen irrationellen Lebenskräften abgekommen sind, sondern auch weil es seit jener Zeit noch oft gelungen ist, Stoffe künstlich zu erzeugen, die den bereits bekannten organischen gleich oder wenigstens höchst ähnlich sind. Den Harnstoff haben wir aber als eines der gewöhnlichsten Zersetzungsproducte nicht blos natürlicher organischer Körper, sondern auch künstlich erzeugter Stoffe kennen gelernt. Es würde hier zu weit führen, wollten wir alle die Fälle aufzählen, wo bei Zersetzung einer stickstoffhaltigen Substanz Harnstoff mit als Product auftritt; wir erinnern hier nur an seine Bildung beim Zusammentreffen von Cyan und Wasser, von knallsaurem Kupfer mit Schwefelwasserstoffammoniak (*Gladstone*[1]), bei Zerlegung des Allantoins durch Salpetersäure, des Kreatins durch Alkalien, des Alloxans durch eine kochende Lösung von essigsaurem Bleioxyd u. a. m.

Aus dem Harn kann man den Harnstoff auf verschiedene Weise gewinnen besonders unter Vermittlung von Salpeter- oder Oxalsäure;

[1]) *Gladstone*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 1—5.

es ist besser, das alkoholische Extract des Harns als dessen unmittelbaren Verdampfungsrückstand zu benutzen; zieht man Salpetersäure in Gebrauch, so ist der salpetersaure Harnstoff zwischen Ziegelsteinen und Löschpapier gehörig auszupressen, und, nachdem er in etwas Wasser gelöst, mit kohlensaurem Bleioxyd oder Baryt zu zersetzen; die filtrirten Flüssigkeiten scheiden meistens schon sehr bald Krystalle von salpetersaurem Bleioxyd oder Baryt aus; die Mutterlaugen dampft man ein und extrahirt sie mit Alkohol, in welchem sich neben Harnstoff nur wenig salpetersaures Bleioxyd, aber kein salpetersaurer Baryt löst; die alkoholische Lösung, die nach Anwendung von Baryt erhalten worden ist, muss durch Thierkohle möglichst entfärbt werden, während die bleihaltige Harnstofflösung durch die Ausfällung des Bleis mittelst Schwefelwasserstoff schon oft vollständig vom Farbstoff gereinigt wird; die alkoholischen Lösungen scheiden beim Verdunsten den Harnstoff krystallinisch aus.

Um die Bildung des Harnstoffs aus cyansaurem Ammoniak zu dessen Darstellung zu benutzen, erhitzt man ein Gemeng von 28 Th. entwässerten Blutlaugensalzes und 14 Th. wohl ausgetrockneten, guten Braunsteins bis zum schwachen Rothglühen (schon wenn man eine Stelle des Gemenges erhitzt hat, verglimmt die übrige Masse von selbst gleich Feuerschwamm); aus dem Verglimmungsrückstande wird das gebildete cyansaure Kali mit kaltem Wasser ausgelaugt und mit 20½ Th. trocknen, schwefelsauren Ammoniaks vermischt; das meiste schwefelsaure Kali scheidet sich krystallinisch aus, während das in Harnstoff umgewandelte cyansaure Ammoniak in Lösung bleibt; das noch gelöste Sulphat wird durch Krystallisation und vollkommen durch Alkohol vom Harnstoff getrennt.

Prüfung. Der Harnstoff ist im Allgemeinen an seinen Eigenschaften und besonders seinem Verhalten gegen Salpetersäure und Oxalsäure sehr leicht zu erkennen; allein wenn es darauf ankommt, sehr geringe Mengen dieses Körpers in eiweissartigen Flüssigkeiten zu entdecken, so hält es oft sehr schwer, dessen Gegenwart mit wissenschaftlicher Schärfe darzuthun. Immer zwar wird der Harnstoff im alkoholischen Extracte zu suchen sein, allein ehe wir zu dessen Herstellung schreiten, sind noch mehrere Vorsichtsmassregeln zu beachten, bei deren Vernachlässigung wir vergeblich nach Harnstoff suchen würden. Zunächst ist die Gegenwart eiweissartiger Substanzen zu berücksichtigen; will man nämlich kleine Mengen Harnstoff in albuminösen Flüssig-

keiten nachweisen, so darf man sich nicht dabei beruhigen, das Eiweiss durch einfaches Kochen entfernt zu haben; denn gerade beim Coaguliren des Eiweisses wird die Flüssigkeit alkalischer und würde dadurch beim Verdunsten eine Zersetzung des Harnstoffs herbeiführen; ausserdem aber wird durch Kochen nicht alle albuminöse Materie gefällt, sondern ein Theil bleibt durch das Alkali gelöst und geht selbst in den alkoholischen Auszug über; beim Abdampfen erleidet dieses Eiweiss selbst eine Veränderung, die vielleicht ebenfalls auf Zersetzung des Harnstoffs noch neben dem Alkali hinwirkt. Daher mag es rühren, dass *Marchand* z. B. in 200 grm. Serum, die er mit 1 grm. Harnstoff versetzt hatte, nur 0,2 grm. desselben wieder auffinden konnte. Man muss desshalb vor dem Kochen der eiweisshaltigen Flüssigkeit einige Tropfen Essigsäure bis zu schwach saurer Reaction zusetzen, wodurch nicht nur die Alkalescenz der Flüssigkeit getilgt, sondern auch eine weit vollständigere Ausscheidung der coagulabeln Materie erzielt wird. Ist dann der Rückstand der von den coagulirten Materien abfiltrirten Flüssigkeit mit kaltem Alkohol extrahirt worden, so dunste man die Lösung stark ein und lasse das (auch von kaltem Alkohol gelöste) Kochsalz möglichst auskrystallisiren; dann erst bringe man einen Tropfen der Mutterlauge unter das Mikroskop und lasse Salpetersäure zutreten; man wird alsdann die anfänglichen Rhombenoktaëder und die sechsseitigen Tafeln wahrnehmen, bei denen aber, soll die Untersuchung beweiskräftig sein, die spitzen Winkel ($= 82°$) immer zu messen sind. Nach der Bestimmung des salpetersauren Salzes kann man auch das oxalsaure herstellen und mikroskopisch untersuchen. Eine gute krystallometrische Bestimmung giebt aber dieselbe Sicherheit, wie eine Elementaranalyse, welche letztere in den hieher gehörigen Fällen wohl nie oder höchst selten auszuführen sein würde.

Früher hat man die Gegenwart geringer Mengen von Harnstoff aus der oktaëdrischen Form des Kochsalzes erschliessen wollen, allein abgesehen davon, dass es wohl möglich ist, dass auch andre Stoffe eine dem Harnstoff ähnliche Wirkung auf die Krystallform des Kochsalzes äussern, ist zu beachten, dass das Kochsalz, wenn man seine Krystallbildungen unter dem Mikroskop verfolgt, in um so complicirteren Combinationen des regulären Systems sich ausscheidet, je kleiner die Krystalle sind; dies findet statt, wenn man reines Chlornatrium krystallisiren lässt; noch mehr ist diess der Fall, wenn der Lösung organische Substanzen beigemengt waren; ich kenne keinen andern Stoff des regulären Systems, der unter dem Mikroskop so ungewöhnliche Krystalle bildete, als das Kochsalz. Man braucht nur das alkoholische Extract einer beliebigen thierischen Flüssigkeit der Selbstverdunstung zu überlassen, um schon in den grössern Krystallen die Combinationen mit blossem Auge wieder zu er-

kennen, die wir bei Anwendung reiner Kochsalzlösung unter dem Mikroskop wahrgenommen haben.

Um den Harnstoff des Harns quantitativ zu bestimmen, haben die meisten Analytiker nach *Mitscherlich* [1]) sich der Schwerlöslichkeit des salpetersauren Salzes bedient; diese Methode hat mehrere Mängel, die nicht völlig zu vermeiden, aber bei gehöriger Vorsicht sehr unbedeutend zu machen sind. Diese Mängel beruhen auf der nicht völligen Unlöslichkeit jenes Salzes und auf dem Anhängen von sog. Extractivstoffen an demselben; wendet man aber überschüssige *Salpetersäure* zur Ausfällung des Harnstoffs an, kühlt künstlich die Flüssigkeit ab, filtrirt nach einiger Zeit, süsst mit kalter Salpetersäure aus und trocknet das ausgepresste Salz bei höchstens 110°, so wird man nicht so grosse Verluste an Harnstoff haben, wie *Heintz* [2]) dieser Methode zuschreibt; allein an Genauigkeit steht sie freilich den Bestimmungsweisen andrer Stoffe, namentlich mineralischer, bei weitem nach. *Ragsky* [3]) und *Heintz* [4]) kamen fast gleichzeitig auf die Idee, den Harnstoff im Harn durch Zerlegung mittelst *Schwefelsäure* quantitativ zu bestimmen. Beide Forscher haben sich davon überzeugt, dass die sog. Extractivstoffe des Harns das Resultat des Versuchs nicht verändern; das Wesentliche dieser Methode, die etwas umständlicher aber zweifelsohne genauer ist, als die durch Salpetersäure, besteht darin, dass man aus einer Probe Harn durch Platinchlorid den Gehalt des Harns als Kali und Ammoniak (wenn nämlich solches zugegen ist) bestimmt, dann eine andre Probe mit Schwefelsäure versetzt, und nach und nach bis auf 180° bis 200° erhitzt, oder so lange, als noch ein kleinblasiges Aufbrausen erfolgt; aus der filtrirten Flüssigkeit wird das Ammoniak mit Platinchlorid bestimmt, und von dem erhaltenen Präcipitate, das aus der andern Probe erhaltene (dem Chlorplatinkalium entsprechende) abgezogen; aus dem Platinsalmiak oder dem Glühungsrückstande desselben d. h. dem Platin lässt sich der Harnstoff alsdann leicht berechnen.

Eine noch bessere, wiewohl auch nicht vollkommen fehlerfreie Methode, den Harnstoff quantitativ zu bestimmen, hat *Millon* [5]) angegeben; diese beruht auf der Zerlegbarkeit des Harnstoffs durch *salpetrige Säure* in Stickstoff und Kohlensäure; es wird zu dem Zwecke

---

[1]) *Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 31, S. 303.
[2]) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 66, S. 114—160.
[3]) *Ragsky*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 56, S. 29—34.
[4]) *Heintz*, Pogg. Ann. Bd. 68, S. 393—410.
[5]) *Millon*, Compt. rend. T. 26, p. 119—121.

eine Lösung von salpetrigsaurem Quecksilberoxydul in Salpetersäure gelöst und der abgewogenen Harnmenge zugesetzt; beim Erwärmen entweicht Stickstoff und Kohlensäure, welche letztere im Kaliapparate aufgefangen und gewogen wird; wenn kein andrer Bestandtheil des Harns, so dürften doch einige Extractivstoffe Kohlensäure liefern können, was *Millon* indessen läugnet. Auch ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Harn stets aufgelöste freie Kohlensäure enthält.

R. Bunsen[1]) hat endlich noch eine Methode zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs angegeben, die auf der Eigenschaft des Harnstoffs beruht, sich in seinen Lösungen in *verschlossenen Gefässen bei* 120° *bis* 240° *zu zersetzen;* die hierbei gebildete Kohlensäure wird an Baryt gebunden und aus dem kohlensauren Baryt die Menge des Harnstoffs berechnet.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Harnstoff ist eines der Hauptexcretionsproducte der Nieren; er findet sich daher hauptsächlich im Harn. Obgleich er unter den festen Bestandtheilen des Harns den grössten Theil ausmacht, so ist er doch im flüssigen Harn in sehr variabeln Mengen enthalten und dies zwar hauptsächlich desshalb, weil der Wassergehalt des Harns je nach den physiologischen Verhältnissen so ausserordentlich verschieden ist. Will man sich daher von der Menge des durch den Harn ausgeschiedenen Harnstoffs überzeugen, so muss man den innerhalb eines bestimmten Zeitraums gesammelten Harn auf den Gehalt an Harnstoff untersuchen. Da wir unter „Harn" auf diesen Gegenstand zurückkommen, so bemerken wir hier nur, dass der Harn eines gesunden Menschen im Durchschnitt 2,5 bis 3,2% Harnstoff enthält, dass das Verhältniss dieses Stoffs zu den übrigen festen Bestandtheilen ungefähr = 9 : 11 oder 7 : 9 ist, und dass ein gesunder Mann in 24 St. 22 bis 36 grm. Harnstoff excernirt.

Die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs ist nach meinen Untersuchungen[2]) ausserordentlich abhängig von der Art der vorher genossenen *Nahrungsmittel.* Bei rein animalischer oder vielmehr stickstoffreicher Kost werden oft ⅖ Harnstoff mehr ausgeschieden, als bei gemischter Kost, bei dieser aber fast ⅓ mehr, als bei rein vegetabilischer; bei stickstofffreier Kost wird endlich über die Hälfte weniger

---

[1]) *R. Bunsen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 375—387.

[2]) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 22—29 u. Bd. 27, S. 257—274.

Harnstoff ausgeschieden, als nach dem Genusse gemischter Nahrungsmittel.

Bei meinen Versuchen über den Einfluss verschiedener Nahrungsmittel auf den thierischen Organismus und den Harn insbesondere gelangte ich zu den eben angeführten Resultaten, die in Mittelzahlen ausgedrückt folgende sind: bei wohl geregelter Diät und dem Genusse gemischter Nahrungsmittel entleerte ich in 24 St. (im Mittel von 15 Beobachtungen) = 32,5 grm. Harnstoff, bei rein animalischer Kost in derselben Zeit (aus 12 Beobachtungen) = 53,2 grm., bei vegetabilischer Kost (aus 12 Beobachtungen) = 22,5 und bei dem Genusse stickstofffreier Nahrungsmittel (aus 3 Beobachtungen) = 15,4 grm.

Hierbei ist besonders erwähnenswerth, dass schon sehr bald nach dem Genusse stickstoffreicher Nahrungsmittel die Harnstoffvermehrung im Harn eintritt und dass in solchen Fällen oft $^5/_6$ von dem mit den Nahrungsmitteln aufgenommenen Stickstoff in 24 St. wieder als Harnstoff durch die Nieren abgehen.

Indem ich täglich 32 gekochte Hühnereier genoss, verzehrte ich mit diesen ungefähr 30,16 grm. Stickstoff; mit der oben bezeichneten Menge Harnstoff leerte ich aber in je 24 St. durch die Nieren ungefähr 25 grm. aus. Schon den andern Morgen, nachdem ich Tags vorher nur Fleisch oder Eier genossen hatte, war der Harn so reich an Harnstoff, dass er unmittelbar mit Salpetersäure einen reichlichen Niederschlag von salpetersaurem Harnstoff gab; daher wohl auch für England *Prout's* Behauptung richtig sein mag, dass frischgelassener Harn oft unmittelbar durch Salpetersäure Harnstoff ausscheide, was auf dem Continente, wo man weniger Fleisch consumirt, so viel bekannt, noch von Niemand beobachtet worden ist. Daher ist auch der Harn fleischfressender Thiere sehr reich an Harnstoff (*Vauquelin*[1], *Hieronymi*[2], *Tiedemann* und *Gmelin*[3]), während dagegen der Harn pflanzenfressender Thiere verhältnissmässig arm an Harnstoff ist (*Boussingault*[4]).

Trotz des bedeutenden Einflusses der Nahrungsmittel auf die Harnstoffmenge im Harn findet sich doch selbst nach langer Enthaltung von allen Nahrungsmitteln (nach tagelangem Hungern) ebenso gut noch Harnstoff im Urin, als nach dem Genusse vollkommen stickstofffreier Kost.

Lassaigne[5]) fand im Harn eines Verrückten, der 14 Tage lang gehungert hatte, noch Harnstoff im Urin; etwas Aehnliches lässt sich fast täglich an Typhösen und andern Kranken beobachten, die, nachdem sie 14 Tage und noch länger gar nichts, als vielleicht eine Oelemulsion oder ein schleimiges Decoct genossen haben, immer noch einen harnstoffhaltigen, ja oft harnstoffreichen

---

[1]) *Vauqualin*, Schweigg. Journ. Bd. 3, S. 175.

[2]) *Hieronymi*, Journ. de Ch. et de Pharm. T. 3, p. 322.

[3]) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2, S. 4.

[4]) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 15, p. 97—114.

[5]) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 1, p. 272.

Harn entleeren. Nachdem ich 3 Tage lang nur vollkommen stickstofffreie Nahrung zu mir genommen hatte, fand ich im Morgenharn noch über 1% Harnstoff.

Starke *Anstrengung* der körperlichen Kräfte bedingt eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung.

Während ich nach zahlreichen Beobachtungen unter den gewöhnlichen Verhältnissen in 24 St. ungefähr 32 grm. Harnstoff entleerte, fand ich nach körperlichen Strapazen einmal 36 grm. und ein andermal 37,4 grm. Harnstoff in dem von 24 St. gesammelten Harne

Der Harn von *Frauen* und *Kindern* enthält nach *Becquerel*[1]) weniger Harnstoff, als der von Männern.

Becquerel fand das Verhältniss des in 24 St. von Frauen ausgeschiedenen Harnstoffs zu dem von Männern = 15,582 : 17,537.

Eine Harnstoffvermehrung in Krankheiten habe ich ebensowenig als *Becquerel* je mit Sicherheit constatiren können, während englische Forscher sich sogar geneigt gefunden haben, eine Harnstoffdiathese anzunehmen.

Obgleich wir a priori gegen alle jene Diathesen eingenommen sind, wie sie von den englischen Aerzten, auf einige Harnuntersuchungen gestützt, angenommen werden (vergl. oben S. 50), so müssen wir uns insbesondere gegen eine solche Harnstoffdiathese erklären; denn was soll denn eigentlich damit für ein krankhafter Process bezeichnet werden? Das Wesen dieser oder jener Krankheit beruht doch nicht auf der vermehrten Harnstoffausscheidung, diese kann nur die Folge eines andern Processes sein. Möglicher Weise wird der Harnstoff nur dann in vermehrter Menge ausgeschieden, wenn Material zu seiner Bildung genug vorhanden ist; ist nun mit jener Harnstoffdiathese nicht Polyphagie verbunden, so muss die Quelle des Harnstoffs in dem Untauglichwerden der stickstoffhaltigen Gewebe, d. h. in deren Consumtion zu suchen sein; diese hat ihren Grund aber doch nicht in einer Geneigtheit der Gewebe in Harnstoff überzugehen, sondern beruht auf andern Processen, die selbst erst nur die Begleiter mancher krankhaften Processe sind. In Krankheiten, wo wirklich eine solche Consumtion statthat, habe ich nie mehr Harnstoff in 24 St. ausgeschieden gefunden, als im normalen Zustande, sehr oft aber weit weniger.

Eine Verminderung der Menge des Harnstoffs im krankhaften Harne, die sehr gewöhnlich beobachtet wird (wenn man nämlich die in 24 St. ausgeschiedene absolute Quantität berücksichtigt), mag in den meisten Fällen von der kargen Diät abhängig sein.

Becquerel hat über diesen Gegenstand die besten Untersuchungen angestellt; doch scheint es uns, als ob solche Untersuchungen eher dazu dienen können, um den individuellen Krankheitsprocess in einem speciellen Falle beurtheilen zu können, als allgemeine Regeln für die Harnstoffabnahme im Harn

[1]) *Becquerel*, Séméiotique des Urines etc. Paris 1841. Deutsch v. Neubert. Leipzig 1842, S. 25.

bei gewissen Krankheitsclassen aufzustellen. Gerade die Harnuntersuchung weist uns bei aufmerksamer Beobachtung recht deutlich darauf hin, am Krankenbette gehörig zu individualisiren, und uns von allgemeinen Erörterungen fern zu halten.

Den Harnstoff im normalen Blute nachzuweisen, haben sich viele Forscher lange vergebens bemüht; *Fz. Simon* hat im Kalbsblute Harnstoff zu finden geglaubt so auch *Strahl* und *Lieberkühn* [1]) und neuerdings *Garrod* [2]) in menschlichem Blute; ohne an der Richtigkeit der Beobachtungen genannter Forscher zu zweifeln, habe ich mich doch erst in letzter Zeit von der Gegenwart des Harnstoffs in normalem Blute durch entscheidende Versuche mit Bestimmtheit überzeugen können.

Bei meinen Versuchen über den Gehalt des Blutes an kohlensauren Alkalien, nahm ich öfter 4 bis 6 Pfund frisches Rindsblut in Arbeit; um die durch das gebräuchliche Einäschern stets bedingte Umsetzung der löslichen Mineralbestandtheile des Bluts zu vermeiden, entfernte ich zunächst die coagulabeln Materien des Bluts, nachdem dasselbe mit dem 4 fachen Volumen Wassers verdünnt und mit Essigsäure neutralisirt war; der Verdunstungsrückstand der von dem Eiweisscoagulum abfiltrirten und den beim Verdunsten sich etwa noch bildenden Häuten befreiten Flüssigkeit ward mit absolutem Alkohol behandelt und dann, wie oben angegeben, auf Harnstoff untersucht; die Winkelmessungen der Krystalle des salpetersauren so wie des oxalsauren Harnstoffs, die nach *Schmidt's* Verfahren unter dem Mikroskop vorgenommen wurden, stimmten ganz mit den von *Schmidt* angestellten Messungen der bezüglichen Krystallformen überein.

Strahl's Methode, aus 4 Unzen Blut durch Zusatz von Alkohol den Harnstoff auszuziehen, und aus der Krystallisation des oxalsauren Salzes den Harnstoff zu diagnosticiren, hat mir auch bei Wiederholung des Verfahrens nicht beweiskräftig genug scheinen wollen; denn erstens ist die Menge des in 4 Unzen enthaltenen Harnstoffs auch für die mikroskopische Untersuchung sehr gering, zweitens zieht Alkohol aus dem Blute organische Stoffe aus, die beim Abdampfen sich zum Theil ausscheiden, drittens schlägt Oxalsäure immer Mineralstoffe nieder, die das Object undeutlich machen; endlich ist der oxalsaure Harnstoff, wenn seine Krystalle nicht krystallographisch bestimmt werden, oft sehr schwer von krystallisirten oxalsauren Alkalien zu unterscheiden. Nur deshalb glaubte ich *Strahl's* Erfahrung auf einem andern Wege bestätigen zu müssen.

Abnormer Weise vermehrt findet man den Harnstoff im Blute solcher, die an einer Nierendegeneration leiden, wodurch deren Function gestört ist. Man fasst gewöhnlich die Zustände, wo eine solche Störung der mechanischen Harnausscheidung eingetreten ist, so verschieden auch die histologische Umwandlung des Nierengewebes sein mag, unter

[1]) *Strahl*, Preuss. Vereins-Zeit. No. 47. 1847.
[2]) *Garrod*, Lond. med. Transact. V. 31, p. 83.

dem Namen der *Brightschen Krankheit* zusammen, und nennt die Symptomengruppe, welche man zunächst von der Retention des Harnstoffs im Blute ableitet, *Urämie*.

Dass Harnstoff in dieser Krankheit im Blute vorkomme, hat wohl *Christison* [1]) zuerst nachgewiesen. In einem andern Leiden als jener Nierenaffection ist Harnstoff nur selten im Blute gefunden worden; es brauchen indessen keineswegs die Symptome der Urämie mit der Gegenwart von Harnstoff im Blute verbunden zu sein, denn jeder Arzt weiss, wie oft Bright'sche Krankheit ohne jene Symptomengruppe vorkommt; nur wenn der Harn sehr kärglich ausgesondert werden kann, treten diese Erscheinungen ein, zu denen jedoch, wie man gewöhnlich annimmt, Erbrechen keineswegs nothwendig ist. Auch im Blute von Cholerakranken fanden *Reiny* [2]) und *Marchand* Harnstoff, jedoch nur wenn Jschurie eingetreten war, *Garrod* [3]) glaubt ihn auch im Blute eines Gichtkranken gefunden zu haben.

Im *Fruchtwasser* haben *Rees* [4]) und *Wöhler* [5]) Harnstoff nachgewiesen, von dem sie sich überzeugt zu haben glauben, dass er nicht von beigemengtem Harn der Mutter herrührte. *Mack* [6]) und *Scherer* [7]) vermochten aber darin keinen Harnstoff aufzufinden.

Millon [8]) fand im Humor vitreus und aqueus des Auges Harnstoff, *Wöhler* [9]) bestätigt diess.

Sehr oft hat man in hydropischen Exsudaten Harnstoff gefunden.

Nie habe ich Harnstoff in serösen Exsudaten entdecken können, wenn nicht gleichzeitig Nierenleiden da war; die frühern Angaben möchten daher wohl immer nur auf solche hydropische Flüssigkeiten Bezug haben, die im Fall Bright'scher Krankheit sich ansammelten, nicht aber jener Wassersuchten, die von Leberanschwellung abzuleiten sind.

Der Harnstoff geht übrigens bei Bright'scher Krankheit in alle serösen Flüssigkeiten über; so fand *Schlossberger* [10]) denselben einmal selbst in dem wässrigen Ergusse der Hirnhöhlen.

---

[1]) *Christison*, On the granular degeneration of the nidnies etc. Edinburgh 1839 p. 20.

[2]) *Reiny*, Lond. med. Gaz. 1838. Jan. p. 32.

[3]) *Garrod*, a. a. O.

[4]) *Rees*, Lond. med. Gaz. 1839 p. 462.

[5]) *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58 S. 98.

[6]) *Mack*, Arch. f. phys. u. pathol. Ch. u. Mikr. Bd. 6, S. 218—224.

[7]) *Scherer*, Siebold's u. Kölliker's Zeitschr. f. Zoologie Bd. 1, S. 88—92.

[8]) *Millon*, Compt. rend. T. 26, p. 121.

[9]) *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 128.

[10]) *Schlossberger*, Roser's u. Wunderlich's Arch. f. phys. Bd. 1, S. 43.

In den bei Urämie ausgebrochenen Massen findet man nicht selten Harnstoff (*Nysten* [1] und Andre).

Im Speichel eines an Bright'scher Krankheit Leidenden fand *Wright* [2]) Harnstoff, ebenso auch in dem eines mit Sublimat vergifteten Hundes.

In einem Gallenconcremente hat *O. B. Kühn* Harnstoff gefunden; neuerdings haben auch *Strahl* und *Lieberkühn* nach Nierenexstirpation solchen in der Galle nachgewiesen.

Ursprung. Lange Zeit schwebte die Frage unter den Physiologen, wo eigentlich der Harnstoff gebildet werde. Da der Harnstoff nicht hatte im normalen Blute nachgewiesen werden können, so glaubten viele bei der ältern Ansicht verharren zu müssen, dass die Excrete erst in den Excretionsorganen aus Blutbestandtheilen gebildet und somit auch der Harnstoff erst in den Nieren erzeugt werde. Jenen Harnstoff, den man bei krankhaften Zuständen zuweilen im Blute und an andern Orten gefunden hatte, hielt man für resorbirt aus den Nieren oder der Harnblase. Zur Wiederlegung dieser Ansicht exstirpirten *Prevost* und *Dumas* [3]), sowie später *Gmelin*, *Tiedemann* und *Mitscherlich* [4]) bei Thieren die Nieren und wiesen dann nicht geringe Mengen Harnstoffs im Blute nach; ja *Marchand* [5]) brachte durch blosse Unterbindung der Nierennerven bei einem Hunde alle Erscheinungen der Urämie hervor, und konnte nicht nur im Blute, sondern auch in den ausgebrochenen Massen die Gegenwart des Harnstoffs mit grösster Bestimmtheit nachweisen.

Marchand hat diesen Gegenstand insbesondre scharf beleuchtet; dieser genaue Forscher konnte in 200 grm. Serum, welches er mit 1 grm. Harnstoff versetzt hatte, nur 0,2 grm. wieder auffinden; er zeigt, dass selbst, wenn der Harnstoff nur von Stunde zu Stunde aus dem Blute ausgeschieden würde, derselbe sich nicht in solcher Quantität ansammeln könnte, dass man nach der dermaligen Untersuchungsweise den Harnstoff darin zu entdecken vermöchte. Aus folgender Betrachtung können wir uns einen Begriff von der geringen Menge Harnstoff machen, die nach der *Marchand*'schen Voraussetzung sich höchstens innerhalb einer Stunde im Blute ansammeln könnte: nach Versuchen von *Ed. Weber*, die ich zum Theil mit angestellt habe, sind in einem ausgewachsenen Menschen höchstens 6 bis 7 Kilogramm kreisendes Blut anzunehmen; nun werden in 24 Stunden 30 grm. Harnstoff entleert, also würden in 1 St. im ganzen

---

[1]) *Nysten*, Journ. de Chim. méd. 1837 p. 257.

[2]) *Wright*, a. a. O. S. 203 u. 204.

[3]) *Prevost* und *Dumas*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 23, p. 90.

[4]) *Gmelin*, u. s. w. Pogg. Ann. Bd. 31, S. 303.

[5]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 11, S. 149.

Blute sich höchstens 1,25 grm. Harnstoff ansammeln können, so dass in demselben nur 0,021% enthalten wären; diese geringe Menge lässt sich aber, wie oben erwiesen, nur aus sehr grossen Massen Blut und durch Hülfe des Mikroskops auffinden. Leicht begreiflich ist es daher auch, warum es mir bei dem Versuchen mit animalischer Kost, wo der Harn mit Harnstoff so geschwängert war, nicht gelingen wollte, im Blute Harnstoff zu entdecken.

Ist es nun ausgemacht, dass der Harnstoff nicht erst in den Nieren gebildet wird, so bliebe immer noch die Frage zu beantworten, ob er im kreisenden Blute oder in einzelnen lebensthätigen Organen z. B. den Muskeln erzeugt werde, und aus welchen Materien er vorzugsweise hervorgehe. Wir möchten nach den für jetzt uns vorliegenden Thatsachen diese Frage dahin beantworten, dass der Harnstoff erst im Blute und zwar aus untauglich gewordenen Materien, Trümmern der Gewebsmasse, ebensowohl als aus unbrauchbaren, überschüssig ins Blut gelangten stickstoffreichen Substanzen erzeugt werde. Kein thierisches Gewebe ist so lebensthätig, wird soviel benutzt und so schnell abgenutzt, als das Muskelgewebe; sicher geht in ihm die Stoffmetamorphose am schnellsten und in grösstem Massstabe von Statten, und doch hat *Liebig* in den grossen Massen Muskelflüssigkeit, die er verarbeitete, keine Spur Harnstoff gefunden, wohl aber Stoffe, aus denen er künstlich Harnstoff zu erzeugen im Stande war. Es ist daher wohl anzunehmen, dass diese Stoffe wie das Kreatin (die Inosinsäure vielleicht) erst im Blute durch die Einwirkung des Alkalis und des freien Sauerstoffs in Harnstoff und andre excernirbare Materien zerlegt werden. Für die Bildung des Harnstoffs im Blute spricht aber auch die von mir gemachte Erfahrung, dass die überschüssig ins Blut übergegangenen stickstoffhaltigen Nahrungsmittel sowohl als Theeïn, Glycin *(Horsford)* Harnsäure und Alloxantin *(Wöhler* und *Frerichs* [1]) kurze Zeit nach ihrem Genusse die Menge des Harnstoffs im Harn erheblich vermehren. Man kann unmöglich annehmen, dass jene stickstoffreichen Nahrungsmittel erst in Gewebsmaterie umgewandelt worden seien, ehe sie sich in Harnstoff u. s. w. umwandeln; denn es lässt sich nicht denken, dass hier, wie etwa bei der Stossmaschine der Physiker, von viel auftreffenden Theilen auch gleich viel Theile abgestossen würden. Die Umwandlung jener Materie dürfte daher wohl an keinem andern Orte als in dem kreisenden Blute statt finden und demnach auch hier der Harnstoff erzeugt worden.

Dass der Harnstoff sich aus stickstoffhaltigen Materien bilde, dar-

[1]) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 337 u. 338.

über kann kein Zweifel sein, auch wenn er nicht selbst Stickstoff (und zwar in so grosser Menge) enthielte; denn nur nach dem Genusse stickstoffreicher Mittel finden wir seine Menge im Harn vermehrt. Würden wir aber weiter fragen, aus welchen Stoffen er zunächst hervorgehe und welche Gewebstheile hauptsächlich zu dessen Bildung beitrügen, so würden wir bei dem jetzigen Stande unsrer Kenntnisse keine befriedigende Antwort erhalten können. Wir wissen nur soviel, dass der Harnstoff ein sehr allgemeines Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger Materien ist, mögen dieselben natürlich im Thierkörper vorkommen, oder erst künstlich erzeugt worden sein; nach den oben gegebenen Andeutungen ist der Harnstoff ein so gewöhnliches Umwandlungsproduct stickstoffhaltiger Körper, dass wir ihn kaum noch länger den eigentlichen organischen Substanzen beizählen könnten, wenn wir überhaupt einen Unterschied zwischen organischer und unorganischer Materie statuirten. Dass übrigens ein grosser Theil des durch die Nieren ausgeschiedenen Harnstoffs im Blute zunächst aus der Zersetzung der Harnsäure hervorgegangen ist, wird uns bei Betrachtung der Harnsäure wahrscheinlich werden.

Welche Bedeutung und ob der Harnstoff eine solche in den Flüssigkeiten des Auges habe, sind Fragen, die sich bis jetzt noch nicht beantworten lassen.

Xanthin. $C_5 H_2 N_2 O_2$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, welcher auch *Harnoxyd*, *harnige Säure* genannt worden ist, bildet frisch gefällt ein weisses, weder krystallinisches, noch gallertartiges Pulver, getrocknet aber blassgelbliche harte Stücken, welche durch Reiben wachsglänzend werden; er löst sich nur in geringer Menge in Wasser, nicht in Alkohol und Aether auf, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, beim Erhitzen wird er ohne zu schmelzen zersetzt, entwickelt viel Blausäure, aber keinen Harnstoff und dabei noch einen eigenthümlichen Geruch. In Ammoniak ist er ziemlich leicht löslich, verliert aber beim Verdunsten den grössten Theil des Ammoniaks wieder und setzt sich als eine gelbliche, sich abblätternde Masse ab. In ätzenden, fixen Alkalien ist es leicht löslich, wird aber daraus schon durch Kohlensäure ausgetrieben. In Salpetersäure ist dieser Körper ohne Gasentwicklung, in Schwefelsäure mit

gelblicher Farbe löslich, in Salzsäure und Oxalsäure so gut wie unlöslich. Weder mit Säuren noch mit Alkalien noch mit Salzen hat man diesen Körper in bestimmten Proportionen verbinden können.

Zusammensetzung. Da das Atomgewicht dieses Körpers aus Mangel an bestimmten Verbindungen nicht hat eruirt werden können, so halten wir uns an die empirische Formel, welche das einfachste Verhältniss der Elemente in dem Xanthin ausdrückt. Die Analyse dieser Substanz ist vor längerer Zeit von *Liebig* und *Wöhler* [1]) ausgeführt und neuerdings von *Bodo Unger* [2]) mit gleichem Resultate wiederholt worden:

Kohlenstoff	5 At.	39,47
Wasserstoff	2 „	2,63
Stickstoff	2 „	36,84
Sauerstoff	2 „	21,06
		100,000

Diesen Körper hat man für eine niedrigere Oxydationsstufe der Harnsäure ($= C_5 H_2 N_2 O_3$) gehalten; allein so lange noch keine Verbindungen oder Zersetzungsproducte untersucht sind, lässt sich über dessen theoretische Constitution kaum eine Hypothese aufstellen.

Dieser Körper ist den thierischen Basen, zu denen er nicht füglich gerechnet werden kann, hier nur deshalb eingereiht worden, weil er in seiner elementaren Zusammensetzung viel Aehnlichkeit mit denselben hat und in physiologischer Hinsicht dem Harnstoff, Guanin und Cystin nahe steht.

Darstellung. Harnsteine, in welchen dieser Körper vorkommt, werden in Kalilauge aufgelöst, und aus der filtrirten Flüssigkeit durch Kohlensäure das Xanthin niedergeschlagen.

Prüfung. Verwechselt werden kann dieser Körper seinem Vorkommen nach nur mit Harnsäure oder Cystin; durch seinen amorphen Zustand lässt er sich jedoch sehr leicht von denselbem unter dem Mikroskop unterscheiden. Von der Harnsäure unterscheidet er sich aber chemisch erstens durch seine Leichtlöslichkeit in Ammoniak (daher er durch Salmiak aus seiner Kalilösung nicht, wie die Harnsäure, gefällt wird; zweitens dadurch, dass er aus seiner Kalilösung durch Kohlensäure als alkalifreies Präcipitat ausgeschieden wird, drittens dadurch, dass er sich in Salpetersäure ohne Gasentwicklung löst, beim Verdunsten aber (keine rothe, sondern) eine gelbe, auch durch Ammoniak nicht roth werdende Masse hinterlässt. Vom Cystin unterscheidet er sich

[1]) *Liebig* und *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 41, S. 393.

[2]) *Bodo Unger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 18.

ausser seinem Amorphismus durch seine Unlöslichkeit in Salzsäure und Oxalsäure.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper wurde zuerst von *Marcet* in einem Blasensteine gefunden und von demselben wegen des Verhaltens gegen Salpetersäure *Xanthicoxyd* genannt. Nur *Stromeyer* fand später diesen Stoff wieder einmal in einem grössern Harnsteine eines Knaben; von letzterm rührt das Material für die Analysen *Liebig's* und *Wöhler's* und *Unger's* her. *Jackson* [1]) glaubte in einem diabetischen Harne Xanthin gefunden zu haben; allein die betreffenden Versuche sind nicht der Art, dass sie die Gegenwart jenes Stoffs bewiesen. Wiederholter Bemühungen ungeachtet habe ich nie im diabetischen Harne Xanthin finden können; auch sonst ist es noch nie in einem Harne wieder gefunden worden.

Strahl und *Lieberkühn* [2]) glauben das Xanthin im menschlichen Harn nachgewiesen zu haben, allein den von ihnen angegebenen Reactionen nach dürfte der fragliche Stoff eher Guanin sein.

Ursprung. Diese Substanz ist ihrer chemischen Natur sowohl, als ihrem Vorkommen nach im Thierkörper zu wenig bekannt, als dass man wagen dürfte, über ihre Genesis irgend eine Conjectur aufzustellen.

Harnsäure hat man übrigens vielfacher Bemühungen ungeachtet nicht in Xanthin umwandeln können.

Guanin. C_{10} H_5 N_5 O_2.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper ist ein gelblichweisses, krystallinisches Pulver, ohne Geruch und Geschmack, verträgt ohne Gewichtsverlust eine Temperatur von 220°, löst sich nicht in Wasser, Alkohol und Aether, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, ist in Salzsäure und Aetznatron leicht löslich: es vereinigt sich mit Säuren zu leichtzerlegbaren Salzen; durch Vermischen des schwefelsauren Salzes mit sehr viel Wasser wird das Hydrat des Guanins ausgeschieden, welches erst über 100° sein Hydratwasser verliert.

---

[1]) *Jackson*, Arch. d. Pharm. Bd. 11, S. 182.

[2]) *Strahl* und *Lieberkühn*, Harnsäure im Blut u. s. w. Berlin 1848. S. 112 ff.

Zusammensetzung. Dieser Körper wurde vom *Bodo Unger* [1]) entdeckt: anfangs für Xanthin gehalten, später aber durch Analyse des freien Körpers sowohl als seiner Salze für eine besondere, schwache Basis erkannt. Nach der aus seinen Analysen abgeleiteten Formel besteht es aus:

Kohlenstoff	10	At.	39,73
Wasserstoff	5	„	3,31
Stickstoff	5	„	46,36
Sauerstoff	2	„	10,60
			100,00

Atomgewicht = 1887,5. Das Hydrat enthält nach *Unger* auf 3 At. Guanin 2 At. Wasser. *Berzelius* [2]) will es seiner basischen Natur halber als ein mit einem stickstoffreichen Paarlinge versehenes Alkaloid betrachtet wissen = H_3 N. C_{10} H_2 N_4 O_2.

Verbindungen. Gleich dem Theeïn und Theobromin, als schwachen Basen, vereinigt sich das Guanin mit Säuren leicht in mehrern Verhältnissen, verliert aber auch, wie jene, durch Zusatz grösserer Mengen Wasser die Säure, so dass die reine Basis, meist als Hydrat ausgeschieden wird und ein saures Salz in Lösung bleibt.

Salzsaures Guanin; das neutrale Salz, 3 (C_{10} H_5 N_5 O_2. HCl) + 7 HO, krystallisirt in hellgelben Nadeln, verliert unter 100° alles Wasser und über 100° allen Chlorwasserstoff; das saure Salz, C_{10} H_5 N_5 O_2 + 2 HCl verliert schon bei mässiger Wärme die Hälfte seines Chlorwasserstoffs; mit Platinchlorid bildet es eine krystallinische Verbindung C_{10} H_5 N_5 O_2. HCl + Pt Cl_2 + 4 HO., welche in kaltem Wasser unlöslicher wie Platinsalmiak ist, in heissem sich aber sehr leicht auflöst. Ausserdem wurde noch folgendes basisch salzsaure Salz dargestellt: 2 C_{10} H_5 N_5 O_2 + HCl.

Schwefelsaures Guanin, C_{10} H_5 N_5 O_2. HO. SO_3 + 2 HO, gelbe, oft zolllange Nadeln.

Salpetersaures Guanin, erhielt *Unger* in mehrern Proportionen:

3 C_{10} H_5 N_5 O_2 + 3 NO_5 + 12 HO.
„ „ „ „ „ „ 4 „ „ 12 „
„ „ „ „ „ „ 5 „ „ 16 „
„ „ „ „ „ „ 6 „ „ 18 „

[1]) *Bodo Unger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 395 ff., ferner Bd. 58, S. 28—31; Pogg. Ann. Bd. 65, S. 222—239, und Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 58—73.

[2]) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 678.

Auch phosphorsaures, oxalsaures und weinsaures Guanin sind darstellbar.

Guaninnatron, $C_{10}\,H_5\,N_5\,O_2 + 2\,NaO + 6\,HO$, wird aus der Natronlösung des Guanins durch Alkohol gefällt, ist eine blättrig krystallinische Masse, zieht aus der Luft Kohlensäure an und verwittert, verliert bei 100° sein ganzes Wasser; durch Wasser zerfällt es so, dass ein Theil Guanin sich abscheidet und ein andrer Theil mit überschüssigem Natron in Lösung bleibt. Das Guanin vereinigt sich auch mit einigen Salzen, namentlich mit *salpetersaurem Silberoxyd* zu krystallinischen Verbindungen.

Umwandlungsproducte. Guansäure, $C_{10}\,H_3\,N_4\,O_7$, wurde von *Unger Ueberharnsäure* genannt und erhalten durch 24 stündige Digestion (bei 125°) von 3 Th. Guanin, 5 Th. chlorsaurem Kali, 5 Th. Wasser und 30 Th. Salzsäure; sie krystallisirt in kurzen, rhombischen Prismen mit schiefen Endflächen, ist farb- geruch- und geschmacklos, röthet feuchtes Lackmus, löst sich schwer in Wasser und in Säuren, leicht dagegen in ätzenden und kohlensauren Alkalien, giebt bei der trocknen Destillation Cyansäurehydrat neben Wasser und Kohle.

Darstellung. Aus dem Guano wird nach *Unger* das Guanin dargestellt, indem derselbe so lange mit verdünnter Kalkmilch digerirt wird, bis die Flüssigkeit beim Kochen nicht mehr braun, sondern schwach grüngelb gefärbt erscheint; einige Stunden, nachdem die filtrirte Flüssigkeit mit Salzsäure versetzt worden ist, scheidet sich das Guanin mit etwas Harnsäure ab; das Sediment wird in kochender Salzsäure gelöst, aus der es sich als salzsaures Salz krystallinisch absetzt; durch Ammoniak trennt man es von letzterer.

Prüfung. Von dem Xanthin so wie von der Harnsäure unterscheidet sich das Guanin besonders durch die Eigenschaft mit Säuren gut krystallisirbare Salze zu bilden; mit der Harnsäure kann es schon wegen seines Verhaltens zu Salpetersäure u. s. w. nicht leicht verwechselt werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. *Unger* hat, wie erwähnt, das Guanin in dem bekannten Guano (Excrementen gewisser Seevögel) gefunden; neuerdings ist dasselbe auch von *Fr. Will* und *Gorup-Besanez* [1]) in Spinnenexcrementen gefunden worden; letztere Forscher halten es auch für wahrscheinlich, dass diese Substanz in dem sogenannten grünen Organ des

[1]) *Fr. Will* und *Gorup-Besanez*, Gelehrte Anz. d. k. bair. Ak. d. Wiss. 1848 S. 825—828.

Flusskrebses und in dem Bojanus'schen Organe der Teichmuschel enthalten sei.

Sollte sich das constante Vorkommen einer Substanz im Harn, die *Strahl* und *Lieberkühn* [1]) für Xanthin hielten, die aber nach ihrer Löslichkeit in Salzsäure eher für Guanin zu halten ist, noch durch weitere Untersuchungen bestätigen, so würde wohl das Guanin als ein allgemeines Excretionsproduct thierischer Organismen zu betrachten sein.

Ursprung. Dem ganzen Vorkommen des Guanins nach kann es kein Zweifel sein, dass es gleich den ihm verwandten stickstoffhaltigen Verbindungen ein Excretionsstoff sei, hervorgegangenen aus der Metamorphose stickstoffhaltiger Stoffe des Thierkörpers. Ueber die Bedingungen seiner Bildung ist aber noch nichts bekannt, was eine Conjectur aufzustellen gestattete.

Allantoin. $C_8\ H_5\ N_4\ O_5 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet farblose, harte Prismen von rhomboëdrischer Grundform, starkem Glasglanz, ohne Geruch und Geschmack, löst sich in 160 Th. kaltem Wasser, leichter in heissem; aus der heissen Alkohollösung krystallisirt das Allantoin beim Erkalten; in Aether ist es unlöslich; es ist luftbeständig, röthet Lackmus nicht, wird beim Erhitzen verkohlt, ohne zu schmelzen. In Lösungen von kohlensauren und ätzenden Alkalien wird es beim Erwärmen aufgelöst und krystallisirt dann beim Erkalten unverändert wieder heraus; von concentrirten ätzenden Alkalien wird es unter Aufnahme von Wasser in Oxalsäure und Ammoniak zerlegt ($C_8\ H_5\ N_4\ O_5 + 7\ HO = 4\ H_3\ N + 4\ C_2\ O_3$); mit concentrirter Schwefelsäure gekocht, entwickelt es ebenfalls unter Aufnahme von Wasser, Kohlensäure und Kohlenoxyd und liefert schwefelsaures Ammoniak. Wird es mit Salpetersäure (von 1,2 bis 1,4 spec. Gewichte) erwärmt, so zerfällt es in Harnstoff und Allantoinsäure (3 At. Allantoin geben nach Aufnahme von 7 At. Wasser 2 Aeq. Harnstoff und 2 At. Allantoinsäure, denn $C_{24}\ H_{15}\ N_{12}\ O_{15} + 7\ HO = C_4\ H_8\ N_4\ O_4 + C_{20}\ H_{14}\ N_8\ O_{18}$).

Das Allantoin lässt sich übrigens mit Bleioxyd und Silberoxyd verbinden.

---

[1]) *Strahl* und *Lieberkühn*, a. o. a. O.

Zusammensetzung. *Liebig* und *Wöhler*[1]) haben die Zusammensetzung des krystallisirten Allantoins zuerst genauer bestimmt und aus der Silberverbindung die obige Formel abgeleitet, wornach es besteht aus:

Kohlenstoff	8 At.	30,38
Wasserstoff	5 „	3,16
Stickstoff	4 „	35,44
Sauerstoff	5 „	25,32
Wasser	1 „	5,70
		100,00

Atomgewicht des hypothetisch trocknen Allantoins = 1862,5.

Dieser Körper kann durchaus nicht den organischen Basen beigezählt werden, da er sich mit keiner Säure verbinden lässt, allein der Analogie seiner Zusammensetzung halber und da wir ihm keine passendere Stelle anweisen konnten, als unter den stickstoffhaltigen Producten der Metamorphose thierischer Stoffe, glaubten wir ihn hier einschalten zu dürfen. Eine rationelle Formel lässt sich daher nicht für ihn aufstellen; wir machen nur darauf aufmerksam, dass er gerade die Elemente von 4 At. Cyan und 5 At. Wasser enthält.

Verbindungen. Die *Silberverbindung* $C_8 H_5 N_4 O_5 . AgO$. entsteht, wenn zu einer kochend gesättigten Lösung von Allantoin salpetersaures Silberoxyd gesetzt und dann so lange Ammoniak zugefügt wird, als noch ein Niederschlag entsteht; sie bildet ein weisses Pulver, das aus mikroskopischen, klaren, vollkommen sphärischen Kugeln besteht.

Die *Bleioxydverbindung* entsteht durch Kochen einer wässrigen Allantoinlösung mit Bleioxyd; sie ist krystallisirbar.

Umwandlungsproducte. *Allantoinsäure*, $C_{10} H_7 N_4 O_9$, auf die oben erwähnte Weise erhalten, bildet eine zähe, amorphe, weisse Masse, die in Wasser löslich, aber unlöslich in Alkohol und Aether ist, und mit Alkalien und Erden lösliche Salze giebt (*Pelouze*[2]). Man hat darauf aufmerksam gemacht, dass diese Säure gerade 3 At. Wasser mehr enthält, als die Zusammensetzung der Harnsäure nach der ältern Formel giebt, nämlich $C_{10} H_4 N_4 O_6 + 3 HO = C_{10} H_7 N_4 O_9$.

Darstellung. Man verdunstet die Allantoisflüssigkeit der Kuh oder den Harn junger Kälber, ohne zu sieden, bis zur dünnen Syrupsconsistenz und lässt ihn nachher mehrere Tage stehen; das Allantoin krystallisirt alsdann mit phosphorsaurer und harnsaurer Talkerde gemengt heraus; durch Umrühren mit kaltem Wasser und Abgiessen wird die grösstentheils aus harnsaurer Talkerde bestehende schleimige Masse ent-

[1]) *Liebig* und *Wöhler*, Pogg. Ann. Bd. 31, S. 561.

[2]) *Pelouze*, Ann. de Chim. et de Phys. 1842, p. 69.

fernt, während die Krystalle von Allantoin und phosphorsaurer Talkerde schnell zu Boden sinken; durch heisses Wasser, welches das Talkerdesalz ungelöst zurücklässt, wird das Allantoin ausgezogen, die Lösung durch Blutkohle entfärbt und zur Krystallisation abgedampft. Das Allantoin kann aber auch künstlich aus der Harnsäure (s. unten) durch Kochen mit Bleihyperoxyd erhalten werden; es bildet sich bei dieser Zerlegung oxalsaures Bleioxyd, Harnstoff und Allantoin; aus der vom oxalsauren Bleioxyd kochend abfiltrirten Flüssigkeit scheidet sich beim Erkalten das Allantoin in Krystallen aus.

Prüfung. Mit Sicherheit kann dieser Körper nur nachgewiesen werden durch eine genaue Bestimmung seiner Krystallform, durch eine Elementaranalyse oder durch Analyse der Silberoxydverbindung.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Allantoin glaubten *Vauquelin* und *Buniva* [1]) im Liquor Amnios von Kühen gefunden zu haben, allein *Lassaigne* [2]) bewies, dass es dem Liquor Allantoidis eigenthümlich sei. Neuerdings hat *Wöhler* [3]) dasselbe auch in ansehnlicher Menge im Harne jüngerer Kälber gefunden. Sonst ist es bis jetzt noch nirgends im thierischen Organismus gefunden worden.

Nach *Wöhler* hat das Allantoin aus Kälberharn das Eigenthümliche, dass der Habitus seiner Krystalle verschieden ist von dem aus der Allantois und aus Harnsäure erhaltenen; es bildet mehr büschelförmig verwachsene Krystalle mit undeutlichen Endflächen, während das reine Allantoin in isolirten, wohl ausgebildeten Prismen erscheint. Dieser Unterschied rührt jedoch nur von der Einmengung einer fremden Substanz her, deren Quantität so gering ist, dass sie auf das Resultat der Elementaranalyse keinen merklichen Einfluss äussert. Durch Binden an Silberoxyd und nachherige Trennung von demselben wird es indessen ebenso rein und krystallisirt erhalten, wie wenn es aus Allantoisflüssigkeit oder Harnsäure dargestellt worden wäre.

Ursprung. Dass das Allantoin ein Product der Metamorphose stickstoffhaltiger Nährsubstanzen oder Gewebsmaterien im thierischen Organismus ist, geht aus seinem Vorkommen deutlich genug hervor: allein eine nähere Bezeichnung des chemischen Processes seiner Bildung ist schon deshalb unmöglich, weil wir keinen Begriff von seiner

---

[1]) *Vauquelin* und *Buniva*, Scherer's Journ. Bd. 6, S. 211.

[2]) *Lassaigne*, Ann. de Ch. et de Phys. T. 17, p. 301.

[3]) *Wöhler*, Nachrichten der k. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1849 No. 5 S. 61—64.

rationellen Zusammensetzung haben. Einen Wink jedoch für eine spätere Deutung seiner Entstehung können vielleicht folgende zwei Thatsachen geben; erstens dass es nur im Harn des Fötus und des Neugebornen vorkommt, später aber nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel verschwindet; zweitens aber, dass, wie *Wöhler* gefunden hat, im Harne säugender Kälber zwar Harnsäure und Harnstoff neben Allantoin vorkommt, nicht aber Hippursäure; es gewinnt demnach den Anschein, als ob Allantoin und Hippursäure sich ausschlössen oder gegenseitig verträten, was man eher von der Harnsäure erwartet hätte, da man künstlich aus dieser das Allantoin darstellen kann.

Cystin. $C_6 H_6 N S_2 O_4$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper erscheint in farblosen, durchsichtigen, sechsseitigen Blättern oder Prismen, ist ohne Geruch und Geschmack, in Wasser und Alkohol unlöslich; in Mineralsäuren und Oxalsäure löst er sich auf und bildet damit meist krystallisirbare, salzartige Verbindungen, mit Essigsäure, Weinsäure und Citronensäure vereinigt er sich dagegen nicht; von Salpetersäure wird er zerstört, und hinterlässt beim Verdunsten der Flüssigkeit eine rothbraune Masse; in ätzenden und kohlensauren fixen Alkalien wird er leicht aufgelöst. In Aetzammoniak löst es sich auf, verbindet sich aber gar nicht damit, so dass es beim Verdunsten desselben unverändert krystallisirt. Von kohlensaurem Ammoniak wird es nicht einmal aufgelöst; demnach lässt es sich aus sauren Lösungen am besten durch kohlensaures Ammoniak, aus alkalischen am besten durch Essigsäure fällen.

Beim Erhitzen schmilzt das Cystin nicht, verbrennt aber mit blaugrüner Flamme unter Entwicklung eines ganz eigenthümlichen scharfen Geruches; bei der trocknen Destillation entwickelt es stinkendes Empyreuma mit Ammoniak und hinterlässt eine voluminöse, poröse Kohle. Beim Kochen mit Alkalien entwickelt es anfangs Ammoniak und dann ein leicht entzündliches, mit blauer Flamme verbrennendes Gas.

Zusammensetzung. Das Cystin ist von *Prout*, *Baudrimont*, *Thaulow* [1]) und *Marchand* [2]) mit völlig übereinstimmenden Resultaten

---

[1]) *Thaulow*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 27, S. 197.

[2]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 10, S. 15—18.

analysirt und daraus die oben stehende Formel abgeleitet worden, wornach es enthält:

Kohlenstoff	6 At.	30,000
Wasserstoff	6 „	5,000
Stickstoff	1 „	11,666
Schwefel	2 „	26,667
Sauerstoff	4 „	26,667
		100,000

Atomgewicht = 1336,0. Da das Cystin, welches auch *Blasenoxyd*, *Cystic-oxyd* genannt worden ist, sich mit einigen Säuren zu krystallisirbaren Salzen vereinigt, so rechnet *Berzelius* auch diesen Körper zu den Verbindungen gepaarten Ammoniaks = $H_3 N. C_6 H_3 S_2 O_4$. Wenn aber auch diese Ansicht richtig ist, so fehlt doch noch viel, dass wir über die rationelle Formel dieses Körpers im Klaren sind; denn dann bleibt immer noch die wichtigste Frage über die Constitution dieses Körpers unerklärt; in welcher Form oder Verbindung nämlich der Schwefel in dem Cystin oder in jenem Paarlinge enthalten sei. Die bisherigen chemischen Untersuchungen über das Cystin lassen uns noch ganz ohne Anhalt für irgend eine Hypothese.

Verbindungen. *Salzsaures Cystin*, $C_6 H_6 N S_2 O_4. HCl$, krystallisirt ohne Wasser in sternförmig gruppirten Blättchen; *Berzelius* [1]) erhielt die Verbindung mit Platinchlorid durch unmittelbare Vereinigung; dieselbe ist nicht krystallisirbar, in Wasser und Alkohol leicht löslich, nicht in Aether.

Salpetersaures Cystin, $C_6 H_6 N S_2 O_4. HO. NO_5 + HO$, leicht krystallisirbar, verliert das eine Atom Wasser bereits bei 85°.

Darstellung. Die Harnsteine, in welchen Cystin vorkommt, werden in Kalilauge gelöst, und aus dieser Lösung durch Essigsäure Cystin gefällt; oder man löst den Harnstein in Ammoniak und lässt die filtrirte Flüssigkeit an der Luft verdunsten.

Prüfung. Durch seine leichte Krystallisirbarkeit in wohl ausgebildeten sechsseitigen Tafeln, die besonders unter dem Mikroskop sehr leicht und vollkommen erscheinen, charakterisirt sich das Cystin ebensowohl als durch seine gleichzeitige Löslichkeit in Alkalien und Mineralsäuren. Ferner lässt es sich aber noch von jeder ähnlichen Substanz unterscheiden durch den eigenthümlichen Geruch, den es bei der trocknen Destillation und bei der Verbrennung entwickelt. *Liebig* hat zu

[1]) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 27, S. 631.

seiner Erkennung noch folgendes Mittel angegeben; man versetzt den mit Aetzkali bewerkstelligten Auszug der auf Cystin zu untersuchenden Substanz mit einer Lösung von Bleioxyd in Aetzkali; es wird sich beim Erhitzen Schwefelblei präcipitiren und die Gegenwart von Cystin wahrscheinlich sein, sobald man sich vorher überzeugt hat, dass kein andrer schwefelhaltiger Körper z. B. Schleim, Eiweiss u. dergl. concurrirt.

Von etwa beigemengten harnsauren Salzen lässt sich das Cystin leicht durch Kochen trennen, da dieses auch in kochendem Wasser unlöslich ist. Unter dem Mikroskop erscheint auch die Harnsäure zuweilen in sechsseitigen Tafeln, daher man sich nie auf die mikroskopische Untersuchung allein verlassen darf.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Cystin wurde zuerst von *Wollaston* [1]) in einem Harnsteine entdeckt, später wurden solche Harnconcremente auch von mehrern andern: *Prout, Taylor, Baudrimont, Lassaigne, Dranty, Civiale, Buchner* und *Bird*, wiewohl immer sehr selten, gefunden. *Bird* [2]) und *Mandl* [3]) machen darauf aufmerksam, dass neben solchen Concrementen sich oft im Harn Cystin aufgelöst finde; aus dem Harn wird es nach *Bird* durch Essigsäure präcipitirt; es findet sich aber auch als Sediment gemengt mit harnsaurem Natron. Welche pathologische Processe das Erscheinen des Cystins im Harn begleite, ist völlig unbekannt; *Bird* glaubt, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen ihm und der sogenannten scrophulösen Diathese statt finde, andre wollten einen Zusammenhang zwischen dem Cystin und Diabetes finden, allein keine dieser Muthmassungen findet in der Erfahrung eine Stütze. *Taylor* fand unter 129 Blasensteinen nur zwei cystinhaltige. An andern Orten als im Harn hat man jenen Körper nicht gefunden.

Ursprung. Da kein andrer Harnbestandtheil schwefelhaltig ist, so muss das Auftreten dieser schwefelreichen Substanz im Harn um so wunderbarer erscheinen, und man sollte demnach erwarten, dass eine wesentliche Umgestaltung der chemisch- vitalen Processe statt gehabt haben müsse, um diesen Körper zu erzeugen, allein das, was uns über die gleichzeitigen pathologischen Erscheinungen berichtet wird, täuscht

---

[1]) *Wollaston*, Schweigg Journ. Bd. 4, S. 193.

[2]) *Bird*, a. o. a. O. S. 61 — 63.

[3]) *Mandl*, Journ. de Chim. méd. 1838 p. 355.

uns völlig in der Annahme, dass der Abscheidung von Cystin vielleicht eine gewisse Symptomengruppe vorangehen müsse, aus der sich etwas auf die Entstehung des Cystins schliessen liesse. Nur im Taurin kennen wir noch einen gleich schwefelreichen Körper; alle andern thierischen schwefelhaltigen Stoffe, wie Albumin, Caseïn, Fibrin u. s. w. enthalten höchstens 2% Schwefel, während in dieser Substanz 25% angesammelt sind. Von chemischer Seite würde man also wohl einen Zusammenhang zwischen dem Taurin und Cystin ahnen können, und desshalb würde der rationelle Arzt beim Vorkommen von Cystin im Harn seine Aufmerksamkeit gleichzeitig auf die Beschaffenheit der Leberfunction zu richten haben.

Taurin. $C_4 H_7 N S_2 O_6$.

Eigenschaften. Dieser Körper, früher auch *Gallenasparagin* genannt, krystallisirt in farblosen, regelmässig sechsseitigen Prismen mit 4- und 6seitiger Zuspitzung (Grundform gerades rhombisches Prisma mit Winkeln der Seitenkanten 111°,44 und 68°,16); ist hart, knirscht zwischen den Zähnen, schmeckt erfrischend, ist luftbeständig, löst sich in 15,5 Th. Wasser und in 573 Th. Weingeist (von 0,835 spec. G.), gar nicht in wasserfreiem Alkohol und Aether, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; von Mineralsäuren wird es selbst beim Kochen unverändert aufgelöst, geht aber keine Verbindungen damit ein; aus seinen Lösungen wird es weder durch Gerbsäure noch durch Metallsalze gefällt; beim Erhitzen schmilzt es, bläht sich auf, entwickelt viel essigsaures Ammoniak und ein dickes, braunes Oel; wird es an der Luft erhitzt, so dass es sich entzündet, so entwickelt es viel schweflige Säure; wenn es in Aetzkali aufgelöst und die Lösung bis zum Dickwerden eingekocht wird, so entwickelt sich reines Ammoniakgas und im Rückstande bleibt nichts als schwefligsaures und essigsaures Kali. Auf nassem Wege lässt sich der Schwefel im Taurin weder durch Salpetersäure noch Königswasser nachweisen.

Zusammensetzung. Das Taurin wurde von *Gmelin* zuerst in der Galle entdeckt und dann von *Demarcay*, *Pelouze* und *Dumas* mit fast gleichen Resultaten analysirt; diesen Forschern war aber die Gegenwart des Schwefels im Taurin ganz entgangen; dessen Entdeckung ist daher *Redtenbacher* [1]) vorbehalten geblieben; nach dieses Analytikers Untersuchungen besteht es aus:

[1]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 170—174.

Kohlenstoff	4 At.	19,20
Wasserstoff	7 „	5,60
Stickstoff	1 „	11,20
Schwefel	2 „	25,60
Sauerstoff	6 „	38,40
		100,000

Da dieser Körper noch mit keinem andern in einer bestimmten Proportion verbunden worden ist, so lässt sich sein Atomgewicht nicht mit Sicherheit bestimmen; es ist aber auch nicht zu den Basen zu rechnen, und wir sind daher über seine rationelle Zusammensetzung noch völlig im Dunkeln. *Redtenbacher*[1]) suchte jedoch auch hierüber Licht zu verbreiten; da er nämlich fand, dass das Taurin durch Kali gerade in Ammoniak, Essigsäure und schweflige Säure zersetzt werde, so war er nicht abgeneigt zu glauben, dass das Taurin eine Verbindung von schwefliger Säure mit Aldehyd und Ammoniak sei (da $2\ SO_2 + H_3\ N + C_4\ H_4\ O_2 = C_4\ H_7\ N\ S_2\ O_6$ geben), und dass sich aus diesen Substanzen das Taurin vielleicht werde künstlich darstellen lassen, gleich dem Harnstoff aus cyansaurem Ammoniak. In der That erhielt auch *Redtenbacher*, indem er in eine alkoholische Lösung von Aldehyd-Ammoniak schweflige Säure leitete, einen weissen, krystallinischen, dem Taurin isomeren Körper; derselbe ist aber nicht mit dem Taurin identisch, sondern wohl als saures schwefligsaures Aldehyd-Ammoniak zu betrachten; er röthet Lackmus, verändert sich an der Luft allmälig, wird bei 100° erst gelb, dann braun und entwickelt endlich ziemlich den Geruch, wie verbranntes Taurin. Wir sind also trotz dieser scharfsinnigen Versuche *Redtenbachers* noch immer nicht über die rationelle Constitution der Taurins aufgeklärt.

Darstellung. Das Taurin wird gewöhnlich aus der Rindsgalle dargestellt; die vom Schleim durch eine Säure befreite Galle oder deren alkoholisches Extract wird mit Salzsäure gemischt und stundenlang gekocht, bis sich die Choloïdinsäure vollständig aus den stickstoffhaltigen Säuren der Galle gebildet hat; die von dieser abfiltrirte saure Flüssigkeit wird stark eingedunstet, worauf Kochsalz herauskrystallisirt; die saure Mutterlauge wird dann mit der 5- oder 6fachen Menge siedenden Alkohols versetzt, aus dem das Taurin beim Erkalten sich in Nadeln abscheidet; durch Umkrystallisiren in Wasser werden dieselben gereinigt.

---

[1]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 37—45.

Prüfung. Von jeder andern Substanz kann das Taurin unterschieden werden durch seine Krystallform (die unter dem Mikroskop bei kleinen Krystallen sich ebenso zeigt, wie bei grossen), durch die Eigenschaft, in einer an beiden Enden offenen Glasröhre oder auf Platinblech schweflige Säure zu entwickeln und endlich dadurch, dass es beim Einkochen mit Aetzkali sich nicht schwärzt, Ammoniak entwickelt und dann nichts als schweflige Säure und Essigsäure an Kali gebunden hinterlässt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Taurin ist im gesunden Organismus noch nirgends isolirt gefunden worden; es scheint zwar in normaler Galle präformirt enthalten zu sein und dort als Paarling der oben beschriebenen Cholsäure aufzutreten; allein isolirt kommt es höchstens in zersetzter oder krankhafter Galle vor. Der Schwefel der schleimfreien Gallen aller Thiere, in denen solcher vorkommt (bis jetzt weiss man dies durch *Bensch*[1] von der Galle des Rindes, des Hammels, des Fuchses, Bären, Hundes, Wolfs, der Ziegen, Hühner und einiger Süsswasserfische; am reichsten an Schwefel wurde von *Schlieper*[2] die Schlangengalle gefunden), gehört keiner andern Substanz als dem mit Cholsäure copulirten Taurin an. Aus der Schweinsgalle konnten *Strecker* und *Gundelach*[3]) kein Taurin darstellen, fanden aber auch keinen Schwefel darin, wiewohl *Bensch* eine geringe Menge desselben nachgewiesen hat. Auch rücksichtlich der Menschengalle hat man den Schwefelgehalt und demnach die Gegenwart der Taurocholsäure bezweifeln wollen, allein *v. Gorup-Besanez*[4]) hat schon dieselbe mit solcher Entschiedenheit darin dargethan, dass mein auf die krystallometrische Bestimmung künstlich aus der Menschengalle erhaltenen Taurins begründetes Zeugniss überflüssig ist. In krankhafter aus dem Leichnam entlehnter Galle findet man das Taurin besonders dann, wenn die Galle, wie zuweilen beobachtet wird, saure Reaction angenommen hat; so fand *v. Gorup-Besanez* Taurin in einer Galle nach Arachnitis.

Obgleich in den Excrementen einige Zersetzungsproducte der Galle, besonders bei Diarrhöen, vorkommen, so hat man darin die Gegenwart

---

[1]) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 194—203.

[2]) *Schlieper*, ebendas. Bd. 60, S. 109—112.

[3]) *Strecker* und *Gundelach*, ebendas. Bd. 62, S. 295—232.

[4]) *v. Gorup-Besanez*, Unters. üb. Galle. Erlangen 1846. S. 31 u. 37.

von Taurin doch nicht nachweisen können; ebensowenig ist es gelungen, aus gallehaltigem Harn jene Substanz auszuscheiden.

Ursprung. Erwägen wir, dass die Excretionsproducte des thierischen Organismus meist höher oxydirte organische Stoffe sind, dass die meisten aus dem Blute ausgeschiedenen und selbst in die Gewebe abgelagerten Stoffe sich von den eigentlichen Nährstoffen durch einen grössern Sauerstoffgehalt auszeichnen, so muss es für den ersten Blick wunderbar erscheinen, dass eine so schwefelreiche Substanz, wie das Taurin, selbst im normalen Zustande, wenn auch innig mit andern gebunden, aus den thierischen fast überall mit freiem Sauerstoff getränkten Säften hervorgeht. Allein hat auch *Redtenbacher* das Taurin nicht künstlich daszustellen vermocht, so beweist doch seine schöne Untersuchung mit hoher Wahrscheinlichkeit, dass der Schwefel im Taurin bereits oxydirt enthalten ist, was auch wohl daraus geschlossen werden kann, dass er durch die gewöhnlichen flüssigen Oxydationsmittel darin nicht nachgewiesen werden kann. Die Genesis des Taurins dürfte daher auch nicht etwa in einem im Blute nicht leicht möglichen Desoxydationsprocesse, sondern vielmehr in einem Oxydationsprocesse zu suchen sein. Ist aber das Taurin das Product einer Oxydation, so kann die Quelle seiner Bildung auch nicht füglich in der Leber zu suchen sein, da dieser gerade das an Sauerstoff ärmste Blut zugeführt wird. Diese einfache Induction veranlasst uns, die Bildungsstätte des Taurins oder wenigstens die seiner nächsten Bestandtheile im Blute zu suchen, wo wir es aus demselben Grunde nicht finden konnten, aus welchem uns die Gegenwart des Harnstoffs in demselben so lange verborgen geblieben ist. Näher lässt sich der Process der Taurinbildung in seinen einzelnen Factoren bis jetzt allerdings noch nicht bezeichnen. Nicht unwahrscheinlich ist aber die Muthmassung, dass der Schwefel der eiweissartigen Nährstoffe bei deren Umwandlung in schwefelarme oder schwefelfreie Gewebselemente zum Theil das Material zur Bildung des Taurins liefert.

Nutzen. Lässt sich die Entstehung des Taurins mit einiger Wahrscheinlichkeit errathen, so sind wir nicht so glücklich rücksichtlich der Function, die etwa das in den Darm mit der Galle ausgeschiedene Taurin noch im thierischen Organismus ausübt, indem wir in diesem Punkte ohne alle Thatsachen sind, an die sich eine nüchterne Induction anschliessen könnte. Aus der negativen Erfahrung, dass bis jetzt in den normalen Excrementen noch kein Taurin gefunden worden ist, lässt sich für die etwaige Weiterbenutzung des Taurins im Thier-

körper durchaus kein Schluss ziehen, da genaue und ausführliche Versuche über diesen Gegenstand noch nicht angestellt worden sind. Da es Thiere giebt, z. B. die Schweine, die bei reichlicher Gallenbildung fast gar kein Taurin durch die Leber ausscheiden, so gewinnt es den Anschein, als ob es wenigstens für die Verdauung ohne Bedeutung sei. Dass aber das Taurin, eben erst vom Blute ausgeschieden, vom Darm aus wieder in's Blut zurückgehe und dort noch verbrannt werde und als Erwärmungsmaterial diene, scheint uns nicht unmöglich, aber unwahrscheinlich zu sein. (S. unten „*Taurocholsäure*“.)

Gepaarte Säuren.

Wenn wir auch nicht alle in der theoretischen Chemie auftauchenden Anschauungsweisen sofort in die physiologische Chemie einführen wollen, wenn wir uns dagegen fern halten von jenen mehr als hypothetischen Ansichten, die sich täglich über die theoretische Constitution der organischen Körper aufthun und eben so schnell wieder verdrängen: so dürfen wir doch nie ganz unterlassen, dem heutigen Stande der theoretischen Chemie Rechnung zu tragen und die etwaigen Errungenschaften fruchtbringend in der physiologischen Chemie anzulegen. Es würde aber den Fortschritten der physiologischen Chemie keineswegs förderlich sein, wollten wir auf diese Disciplin sogleich alle Hypothesen oder Fictionen übertragen, die etwa in der reinen Chemie aufgestellt werden. Versuchten wir diesen chemischen Hypothesen andre physiologische aufzupfropfen, so würde das Fundament der physiologischen Chemie ein sehr lockeres sein und am Ende das ganze Gebäude mehr ein luftiges Gebilde unsrer Phantasie (wie wir deren bereits genug haben), als ein auf reine Induction begründete Erfahrungswissenschaft sein. Indessen ist es zum Fortschreiten in der Wissenschaft durchaus nothwendig, dass wir dem heutigen Stande der chemischen Theorie zufolge gewisse allgemeinere Sätze festhalten, welche mehr einen kurzen Ausdruck für eine Anzahl oft wiederkehrender Erfahrungen sind, die Forschung nach gewissen Richtungen hinlenken und endlich dem Verständniss und der Auffassung des wissenschaftlichen Materials gewisse Stütz- und Haltpunkte darbieten. Zu solchen allgemeinern Sätzen rechnen wir die in der theoretischen Chemie jetzt ziemlich gebräuchliche Anschauungsweise jener Körper, die man gepaarte oder copulirte Ver-

bindungen genannt hat. Wir werden jedoch auch von dieser Theorie, wie sie von *Laurent* und *Gerhardt* [1]) oder *Strecker* [2]) oder *Kolbe* [3]) durchgeführt worden ist, uns ebensowenig ausschliesslich leiten lassen, als wir etwa rigoröse Anhänger der Theorie der organischen Radicale und des electrochemischen Dualismus eines *Berzelius*, oder der Substitutionstheorie und Metalepsie eines *Dumas* sind. Wenn dem Eklekticismus irgend einmal das Wort geredet werden darf, so ist es gewiss in der Wahl der Stützen, die eine aufkeimende Disciplin aus einer andern zu entlehnen gezwungen ist. Nur aus diesem Gesichtspunkte wünschen wir die Aufstellung der Gruppe gepaarter Säuren in der Zoochemie gerechtfertigt zu finden.

Wir haben bereits oben einer Reihe organischer Säuren Erwähnung gethan, die man nach des genialen *Kolbe* Untersuchungen als Kohlenwasserstoffe, gepaart mit Oxalsäure, betrachten konnte; ja *Kolbe* ist geneigt, fast alle Gruppen der oben angeführten Säuren, die 3 At. Sauerstoff enthalten, für Verbindungen von Oxalsäure mit Kohlenwasserstoffen anzusehen. Schon aus diesen Beispielen lässt sich ersehen, welchen Begriff man mit dem Ausdrucke: *gepaarte* oder *copulirte Säure* verbindet. Wir lernen hier Säuren kennen, die den gewöhnlichen chemischen Regeln zuwider durch ihre Vereinigung mit einem andern und zwar fast mehr basischen Körper nicht nur nichts von ihrer Acidität einbüssen, sondern, was am auffallendsten ist, ihre frühere Sättigungscapacität vollkommen beibehalten; obgleich bereits verbunden mit dem sog. Paarlinge (Copula) sättigt die Säure noch dieselbe Quantität Basis, als ob der organische Stoff, der ihr anhängt, gar nicht existirte. Um so auffallender ist es, dass dieses Anhängsel, der Paarling, der der Säure als integrirender Bestandtheil in alle ihre Verbindungen folgt, doch von wesentlichem Einfluss auf die physikalischen und selbst mehrere chemische Eigenschaften ist. So wird z. B. die Oxalsäure, die für sich in der Hitze so leicht zersetzt wird, durch die Paarung (accouplement) mit jenen Kohlenwasserstoffen flüchtig; besonders tritt die grössere Beständigkeit bei jenen Säuren hervor, in denen die so leicht zersetzbare Unterschwefelsäure, Untersalpetersäure u. dergl. gepaart ist. Ihre Salze pflegen denen der nicht copulirten Säuren in Krystallform, Löslichkeit, Wassergehalt u. dergl. völlig unähnlich zu sein.

[1]) *Laurent* und *Gerhardt*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér., T. 24, p. 200—8.
[2]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 47—55.
[3]) *Kolbe*, Handwörterb. d. Chemie. Bd. 3, S. 439—444.

Bei dieser Art von Verbindungen geht also der electrochemische Gegensatz völlig verloren; die ältere dualistische Anschauungsweise der Chemie lässt uns hier völlig im Stiche; man möchte also hier einen andern Grund der chemischen Anziehung als den der entgegengesetzten Polarität annehmen; darin dürfte man aber auch dadurch bestärkt werden, dass diese Verbindungen nicht nach unsern gewöhnlichen chemischen Principien, d. h. durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft zerlegt werden können. Sie lassen sich nämlich mehrentheils ebensowenig in ihre nächsten Bestandtheile, d. h. in Säure und Paarling zerlegen, als sie aus diesen unmittelbar zusammengesezt werden können. Die meisten gepaarten Säuren entstehen nur, wenn der Paarling im sog. statu nascenti mit der bezüglichen Säure zusammentrifft; und umgekehrt können nur die wenigsten in Säure und Paarling zerlegt werden, und selbst in diesem Falle tritt immer der Umstand ein, dass der Paarling Wasser aufnimmt und nun nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden ist, ob der isolirte wasserhaltige Körper in seinem wasserfreien Zustande wirklich den Paarling constituirte oder ob er dort einen anders gruppirten Atomencomplex darstellte. Dieser noch glückliche Umstand ist uns aber in den seltnern Fällen günstig; denn gewöhnlich wird bei dem Versuche, den Paarling von der Säure zu trennen, jener so zerlegt, dass über seine Natur durchaus kein Urtheil mehr zu fällen ist. Hierin liegt insbesondere der Grund, weshalb die Chemiker, indem sie sich weiter über die etwaigen Gesetze der Paarung verbreiten, sich mehr oder weniger auf dem Felde schwach unterstützter Hypothesen bewegen. Dorthin ihnen weiter zu folgen, dürfte für unsre Zwecke nicht gerathen sein. Wir werden bei den Säuren dieser Classe, die in die Zoochemie gehören, ohnediess auf diese oder jene Hypothese einige Rücksicht nehmen müssen; bemerken aber im Voraus, dass wir jene Verbindungen organischer Säuren mit organischen Oxyden, in denen alle Acidität verloren gegangen ist, nach *Berzelius* unter dem Namen: *Halidsalze* weiter unten behandeln werden, während auch diese neuerdings von vielen mit unter die Kategorie der copulirten Verbindungen gezählt worden sind.

Die meisten der bekannten copulirten Säuren bilden sich durch Einwirkung von Schwefelsäure oder Salpetersäure auf organische Substanzen; von diesen Säuren werden wir in der folgenden Gruppe nur die Pikrinsäure in nähere Betrachtung ziehen theils des Beispiels halber, theils weil sie häufiger als Product der Zersetzung verschiedener stickstoffhaltiger Stoffe durch Salpetersäure auftritt. Die übrigen Säuren

dieser Art, die in der Zoochemie in Frage kommen können, werden wir unter der Rubrik ihrer Muttersubstanzen abhandeln.

Unter den rein organischen Säuren giebt es nur wenige, deren Paarling mit einiger Wahrscheinlichkeit nachgewiesen ist. Es liegt in der Natur der Sache, dass die gepaarten organischen Säuren sich noch weit schwieriger als die gepaarten Mineralsäuren, in Säure und Paarling zerlegen oder rücksichtlich dieser ihrer nähern Bestandtheile deuten lassen. Wir wagen es in dem Folgenden, sämmtliche stickstoffhaltige organische Säuren unter der Gruppe der gepaarten mit aufzuzählen, nicht als ob von jeder derselben die Zusammensetzung aus einem gewissen stickstoffhaltigen Paarling und einer Säure wahrscheinlich gemacht werden könnte, sondern weil vielmehr aus dem Studium der Zersetzungsproducte solcher Körper ziemlich deutlich hervorgeht, dass alle stickstoffhaltigen Säuren, zumal bei ihrem hohen Atomgewichte, aus nähern Bestandtheilen zusammengesetzt sind, von denen der stickstoffhaltige schwerlich etwas zur Acidität der Verbindung mit beiträgt.

Es ist diess eine reine Conjectur: allein wir müssten bei der Betrachtung der stickstoffhaltigen Säuren diese gewaltsam von einander trennen, wenn wir die, deren Paarungsconstitution einigermassen nachgewiesen ist, gesondert von denen betrachten wollten, wo diess noch nicht gelungen. Der Analogien zwischen den erstern und den letztern stellen sich so viele heraus, dass es wenigstens unpraktisch sein würde, eine solche Trennung vorzunehmen, die doch immer eine zufällige bliebe.

Pikrinsäure. $C_{12}\ H_2\ N_3\ O_{13}$. HO.

Eigenschaften. Diese Säure, früher auch *Kohlenstickstoffsäure, Carbazotsäure, Welter's Bitter* genannt, krystallisirt in gelben, glänzenden Blättchen oder Prismen, schmilzt bei vorsichtigem Erhitzen und lässt sich unzersetzt sublimiren, bei schnellem Erhitzen zersetzt sie sich unter Explosion; sie ist geruchlos, schmeckt sehr bitter, löst sich wenig in kaltem, leicht im heissem Wasser mit gelber Farbe; von Alkohol und Aether wird sie leicht aufgelöst, röthet Lackmus; mit Phosphor oder Kalium erhitzt, verpufft sie heftig; durch Chlor, Salpetersäure, Salzsäure oder Königswasser wird sie nicht zersetzt.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht diese Säure aus:

Kohlenstoff	12 At.	31,44
Wasserstoff	2 „	0,87
Stickstoff	3 „	18,34
Sauerstoff	13 „	45,42
Wasser	1 „	3,93
		100,00

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 2750,0; Sättigungscapacität derselben = 3,636. Ueber die rationelle Formel dieses Körpers ist man durchaus noch nicht einig; darin findet zwar Uebereinstimmung statt, diese Säure als eine gepaarte Salpetersäure zu betrachten; allein welcher Art der Paarling ist, bleibt durchaus zweifelhaft. *Berzelius* schreibt diese Säure = $(C_{12}\ H_2\ NO_3.\ NO_5) + NO_5\ HO$; allein nur wenig spricht für einen salzartigen Paarling, wie der hier angenommene ist. Wir wissen, dass der Atomencomplex NO_4 z. B. beim Anilin und einigen andern Körpern einem Aequivalente Wasserstoff substituirt wird, und es ist jetzt ziemlich allgemein angenommen, dass solche Substitutionen mehr negativer Stoffe an die Stelle des Wasserstoffs sich meist nur auf den Wasserstoffgehalt des Paarlings ausdehnen; will man daher der Pikrinsäure einmal eine hypothetische Formel ertheilen, so würde es wenigstens keine irrationelle Formel sein, wenn wir in dem Paarlinge $C_{12}\ H_4$ 2 At. Wasserstoff durch 2 At. NO_4 ersetzt ansähen und schrieben $C_{12}\ (H_2.\ 2\ NO_4).\ NO_5.\ HO$. *Laurent* betrachtet diese Säure nicht als eine gepaarte, sondern als Karbolsäure ($C_{12}\ H_5\ O$), in welcher 3 At. Wasserstoff durch 3 At. NO_4 ersetzt sind und schreibt sie desshalb $C_{12}\ (H_2.\ 3\ NO_4)\ O.\ HO$.

Verbindungen. Die pikrinsauren Salze sind krystallisirbar, gelb, fast sämmtlich in Wasser löslich; bei schnellem Erhitzen verpuffen sie mit grosser Heftigkeit.

Pikrinsaures Kali ist eines der schwerstlöslichen Salze dieser Säure; es krystallisirt in langen, glänzenden, gelben, irisirenden Prismen, löst sich in 260 Th. kaltem und 14 Th. heissem Wasser. Mit alkalischen Erden und Metalloxyden ist diese Säure geneigt, basische und zwar unlösliche Salze zu bilden.

Darstellung. Diese Säure bildet sich sehr häufig bei Einwirkung concentrirter Salpetersäure auf vegetabilische und animalische Stoffe. So entsteht z. B. durch Erhitzen von Salicin mit Salpetersäure eine Krystallisation von reiner Pikrinsäure. Bei Zersetzung der Seide

durch Salpetersäure entsteht sie ebenfalls in grosser Menge; gewöhnlich stellt man sie aber aus dem Indigo dar, indem man denselben mit Salpetersäure einkocht.

Hippursäure. $C_{18}\ H_8\ N\ O_5 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Die Hippursäure, auch *Harnbenzoësäure* genannt, scheidet sich aus heissen Lösungen beim Erkalten in kleinen Flimmerchen oder in grössern, schief gestreiften, vierseitigen Säulen aus, die an den Enden in zwei Flächen auslaufen. Die Grundform der Krystalle ist ein verticales rhombisches Prisma, welches sich besser an mikroskopischen Krystallen studiren lässt, die, namentlich wenn sie durch langsame Verdunstung der Hippursäurelösung entstanden sind, denen des phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks selbst in den verschiedensten Combinationen ähnlich sind (*C. Schmidt*[1]). Diese Säure ist geruchlos, von schwach bitterlichem, aber nicht saurem Geschmacke, löst sich in 400 Th. kaltem und fast in jeder Menge heissem Wasser, in Alkohol ist sie leicht löslich, in Aether ziemlich schwer. Selbst die kalte wässrige Lösung röthet Lackmus sehr stark.

Bei gelindem Erhitzen schmilzt die Hippursäure ohne Abgabe von Wasser zu einem ölartigen Liquidum, welches beim Erkalten zu einer krystallinischen, milchweissen Masse erstarrt; bei stärkerem Erhitzen entsteht ein krystallinisches Sublimat von Benzoësäure und benzoësaurem Ammoniak, zugleich entstehen rothe, ölige Tropfen, welche einen eigenthümlichen Geruch nach Coumarin oder frischem Heu verbreiten, nach dem Erkalten erstarren und sich nicht in Wasser, wohl aber in Alkohol und Ammoniak auflösen; bei schnellerem und stärkerem Glühen entwickelt sich ein intensiver Blausäuregeruch und zurück bleibt eine poröse Kohle.

Durch Chlor, chlorige Säure, nicht allzu concentrirte Mineralsäuren wird die Hippursäure nicht verändert; wird sie aber mit concentrirten *Mineralsäuren, Salzsäure, Salpetersäure* oder selbst *Oxalsäure* erhitzt, so zerfällt sie (wie bereits S. 88 u. 157 bemerkt) in Benzoësäure und Glycin (*Dessaigne*[2]). Mit *Braunstein* und *Schwefelsäure* erhitzt zerfällt sie in Kohlensäure, Ammoniak und Benzoësäure (*Pelouze*);

---

[1]) *C. Schmidt*, Entwurf u. s. w. S. 36—40.

[2]) *Dessaigne*, Compt. rend. T. 21, p. 1224—1227.

mit frischbereitetem *Bleihyperoxyd* gekocht in Benzamid, Kohlensäure und Wasser *(Fehling);* wird endlich Hippursäure in Salpetersäure gelöst und *Stickstoffoxydgas* in die Lösung geleitet, so entwickelt sich Stickstoff und in der Lösung bleibt eine neue, stickstofflose Säure $= C_{18} H_7 O_7 . HO$ *(Strecker).*

Mit *Kalkhydrat* oder *Aetzkali* erhitzt, liefert die Hippursäure Benzin und Ammoniak, im Rückstande bleibt nur kohlensaures Kali ohne Spur von Cyankalium. In *gährenden* und *faulenden* Flüssigkeiten zersetzt sich diese Säure in Benzoësäure und andre noch unbekannte Producte.

Als ich kurz nach *Liebig's* Entdeckung der Hippursäure diese in grossen Massen aus Pferdeharn darstellte, erhielt ich einen ganz isolirten, einen halben Zoll langen Krystall von Hippursäure, in welchem das verticale rhombische Prisma der Grundform ∞ P combinirt war mit 2 mikrodiagonalen Horizontalprismen, wobei die Combinationsecken durch das brachydiagonale Horizontalprisma abgestumpft waren. Die Darstellung solcher grossen und dicken Krystalle ist mir später nicht wieder gelungen.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht die Hippursäure aus:

Kohlenstoff	18	At.	60,335
Wasserstoff	8	,,	4,469
Stickstoff	1	,,	7,821
Sauerstoff	5	,,	22,347
Wasser	1	,,	5,028
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure $= 2125,0$; Sättigungscapacität $= 4,706$.

Aus den verschiedenen Spaltungsweisen der Hippursäure hat man ebensoviel verschiedene Ansichten über deren Constitution abgeleitet; alle stimmen jedoch darin überein, dass in der Hippursäure das der Benzoësäure, dem flüchtigen Bittermandelöl und Benzamid gemeinsame Radical, *Benzoyl*, $C_{14} H_5$, verborgen sein müsse. *Pelouze* [1]) schloss aus dem Verhalten der Hippursäure gegen Braunstein und Schwefelsäure und der Zusammensetzung der Mandelsäure, welche erwiesener Maassen aus Ameisensäure und Bittermandelöl (Benzoylwasserstoff) besteht, dass die Hippursäure gewissermassen Mandelsäure sei, die noch Blausäure in sich aufgenommen habe, so dass sie aus 1 Aeq. *Blausäure*, 1 Aeq. *Benzoylwasserstoff* und 1 Aeq. *Ameisensäure* be-

[1]) *Pelouze*, Ann. de Pharm, T. 26, p. 60—68.

stehe $= H . C_2 N + H . C_{14} H_5 + C_2 H O_3 . HO$. Für diese Betrachtungsweise der Zusammensetzung der Hippursäure würde auch die Amygdalinsäure sprechen, in der *Wöhler*[1]) neuerdings mit hoher Wahrscheinlichkeit neben dem Bittermandelöl noch Zucker als Paarling der Ameisensäure nachgewiesen hat. Hätte die Hippursäure wirklich eine solche Zusammensetzung, so könnten die Zerlegungsproducte durch Braunstein kaum andre sein; denn die Blausäure zerfällt so leicht in Ameisensäure und Ammoniak, durch den Sauerstoff des Braunsteins würde aber die Ameisensäure zu Kohlensäure und der Benzoylwasserstoff zu Benzoësäure oxydirt; beides Processe, die sehr häufig vorkommen. Allein abgesehen davon, dass sich doch, wenigstens nach analogen Processen zu schliessen, etwas unzersetzte Ameisensäure zeigen müsste, so spricht auch gegen diese Ansicht die Erfahrung, dass andre oxydirende Mittel die Hippursäure nicht in gleicher Weise zersetzen, was ohne Zweifel geschehen müsste, wenn sie jene Zusammensetzung wirklich hätte. Desshalb fusste *Fehling*[2]) auf dem Verhalten der Hippursäure gegen Bleihyperoxyd, und sah diese Säure als eine *mit Benzamid gepaarte Fumarsäure* $= H_2 N . C_{14} H_5 O_2 + C_4 H O_3 . HO$ an. Denn wäre Benzoësäure präformirt in der Hippursäure enthalten, so könnte sich durch Einwirkung eines Oxydationsmittels, wie das Bleihyperoxyd ist, nicht füglich das sauerstoffärmere Benzamid bilden.

Dessaigne's merkwürdige Entdeckung musste darauf leiten, Glycin in der Hippursäure präformirt und mit Benzoësäure gepaart anzunehmen, so dass 1 At. wasserfreies Glycin mit 1 At. Benzoësäure wasserhaltige Hippursäure bilde, denn $C_4 H_4 N O_3 + C_{14} H_5 O_3 = C_{18} H_8 N O_5 . HO$; allein wenn wir auch gerade nicht Gegner der *Strecker*'schen Formeln für die Entstehung der gepaarten Verbindungen aus ihren Bestandtheilen unter Abgabe gewisser Atome Wasser sind, so scheint es uns doch einfach und naturgemäss, nur die Formeln der wasserfreien Verbindungen mit einander zu vergleichen und nicht willkürlich gewisse Atome Wasser abzuziehen; wasserfreies Glycin und wasserfreie Benzoësäure geben 1 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff mehr als die wasserfreie Hippursäure enthält; wollten wir nun trotzdem in der Hippursäure Glycin präformirt annehmen, nur mit einem geringeren Wassergehalte: so würden wir ebenso irrationell verfahren, als wenn

---

[1]) *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 238—242.

[2]) *Fehling*, ebend. Bd. 28, S. 48.

wir im Oxamid oder im Benzonitril Ammoniak annehmen wollten, weil diese Körper unter Wasseraufnahme Ammoniak liefern. Wir können daher wohl nur behaupten, dass in der Hippursäure neben Benzoësäure sich ein Paarling $= C_4 H_3 N O_2$ befinde, der bei seiner Trennung sehr geneigt sei, in das bekannte Glycin überzugehen, welches sich nicht weniger leicht bei Zersetzung stickstoffhaltiger Materien bildet, als z. B. der Harnstoff (vergl. oben S. 157 und 163). Es ist ja gerade in der Veränderung, welche der Paarling bei Einwirkung stärkerer Agentien in seiner innern Constitution erleidet, der Grund zu suchen, weshalb die fixirte Säure aus der Paarung befreit wird. Dieser Paarling der Hippursäure würde die Zusammensetzung eines Amids der Fumarsäure haben ($C_4 H_3 N O_3 = H_2 N. C_4 H O_2$), und sonach würden wir gerade zu der Kehrseite der *Fehling*'schen Anschauungsweise gelangt sein; es wäre also nur noch die Frage: ist es wahrscheinlicher, dass in der Hippursäure Benzamid mit Fumarsäure oder Fumaramid mit Benzoësäure verbunden ist? oder: ist es wahrscheinlicher, dass bei Einwirkung von Bleihyperoxyd die Benzoësäure durch die Oxydation des Fumaramids sich in Benzamid verwandelt, oder dass durch Einwirkung concentrirter Säuren das Benzamid zerlegt und Fumaramid gebildet wird? Aus stöchiometrischen oder Affinitäts-Gesetzen ist eine Beantwortung dieser Fragen nicht abzuleiten; denn in beiden doch durch die unbestrittensten Beobachtungen constatirten Fällen bleibt der wechselseitige Tausch von 1 At. Amid gegen 1 At. Sauerstoff merkwürdig (denn bei der Umwandlung der Benzoësäure in Benzamid tauscht diese gegen 1 At. Sauerstoff 1 Aeq. Amid aus und so umgekehrt die Fumarsäure bei ihrer Umwandlung in Fumaramid). Doch sind wir keineswegs gezwungen, wenn wir die Benzoësäure in der Hippursäure als präformirt betrachten, den Paarling durchaus als Fumaramid oder überhaupt als Amidverbindung anzunehmen. Schreiben wir aber die Formel der Hippursäure $= C_4 H_3 N O_2 . C_{14} H_5 O_3 . HO$, so wird diese Anschauungsweise erstens dadurch unterstützt, dass die Hippursäure viele physische und chemische Eigenschaften mit der Benzoësäure gemein hat, die darin eine präformirte Benzoësäure, nicht aber Benzamid und noch weniger eine präformirte Fumarsäure annehmen lassen; zweitens verdanken wir *Strecker's* Untersuchungen noch die Kenntniss einer andern copulirten Säure, bei deren analoger Zersetzung durch Säuren sich ebenfalls Glycin ausscheidet, was hier gleichfalls nur durch Wasseraufnahme entstanden sein kann; dies ist die alsbald zu betrachtende Gallensäure, wo derselbe Paarling mit der oben beschriebenen

Cholsäure verbunden ist; endlich dürfte wohl auch die von *Wöhler* nachgewiesene Umwandlung der Benzoësäure in Hippursäure bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus nicht ohne alles Gewicht für diese Ansicht sein.

Neuerdings hat jedoch *Strecker* [1]) aus dem Verhalten des Stickstoffoxyds gegen Hippursäure und der Bildung jener Säure $= C_{18} H_7 O_7 . HO$ noch eine andre Ansicht über die Constitution der Hippursäure abgeleitet. Er betrachtet nämlich die Hippursäure als Amidverbindung jener Säure $= H_2 N . C_{18} H_7 O_6$; allein die Amide haben doch nie sauren Eigenschaften (abgesehen davon, dass diese Formel nur die wasserhaltige Hippursäure repräsentirt); hätte *Strecker* nicht gerade das Silbersalz dieser Säure $= AgO . C_{18} H_7 O_7$ gefunden, so könnte man ihre Zusammensetzung $= C_9 H_3 O_3 . HO$ und dann die Hippursäure analog der Oxaminsäure, Lactaminsäure, Tartraminsäure, Asparaginsäure, als eine Verbindung dieser Säure mit dem Amid derselben betrachten, nämlich $H_2 N . C_9 H_3 O_2 + C_9 H_3 O_3 . HO$ ($= C_{18} H_8 N O_5 . HO$). Die obige Anschauungsweise, nach der wir Benzoësäure präformirt annehmen, bleibt für jetzt jedoch immer die wahrscheinlichere.

Verbindungen. Mit Alkalien und alkalischen Erden bildet die Hippursäure in Wasser lösliche und krystallisirbare Salze, die bitter schmecken; ihre Verbindungen mit Metalloxyden sind schwerlöslich in kaltem Wasser, etwas leichter in heissem. Die krystallisirten Salze enthalten sämmtlich Krystallwasser. *Schwartz* [2]) hat folgende Salze analysirt:

Neutrales hippursaures Kali, $KO . \overline{Hi} + 2 HO$, mikroskopische, schiefe rhombische Prismen, die bei 100° ihr Wasser verlieren. Saures Salz $KO . \overline{Hi} + HO . \overline{Hi} + 2 HO$, breite, atlasglänzende Blätter.

Hippursaures Natron, $2 NaO . \overline{Hi} + HO$, krystallinisch, in Wasser und Alkohol leicht löslich.

Saures hippursaures Ammoniak, $H_4 N O . \overline{Hi} + HO . \overline{Hi} + 2 HO$, sehr kleine, vierseitige, quadratische Prismen, verhält sich auf Wasser geworfen wie buttersaurer Baryt.

Hippursaurer Baryt, $BaO . \overline{Hi} + HO$, mikroskopische, quadratische Prismen, verliert das Wasser bei 100°.

---

[1]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 53.

[2]) *Schwartz*, ebend. Bd. 54, S. 29—51.

Hippursaurer Strontian, SrO. $\overline{Hi}$ + 5 HO, breite Blätter, schwerlöslich in kaltem Wasser, mikroskopisch vierseitige Prismen mit grosser Endfläche.

Hippursaurer Kalk, CaO. $\overline{Hi}$ + 3 HO, schiefe rhombische Prismen, verliert bei 100° alles Wasser.

Hippursaure Talkerde, MgO. $\overline{Hi}$ + 5 HO, krystallisirt in Warzen, leicht löslich, verliert bei 100° nur 4 At. Wasser.

Hippursaures Kobaltoxyd, CoO. $\overline{Hi}$ + 5 HO, rosenrothe Warzen, mikroskopisch glatte vierseitige Prismen, verliert bei 100° alles Wasser, vollkommen unlöslich in Alkohol.

Hippursaures Nickeloxyd, NiO. $\overline{Hi}$ + 5HO, apfelgrüne Crusten, löslich in warmem Spiritus, verliert bei 100° alles Wasser.

Hippursaures Kupferoxyd, CuO. $\overline{Hi}$ + 3 HO, blaue, schiefe rhombische Prismen, bei 100° wasserfrei.

Hippursaures Bleioxyd, PbO. $\overline{Hi}$, krystallisirt aus heissen Lösungen mit 2 At. Wasser in feinen, seidenglänzenden, büschelförmig vereinigten Nadeln; aus kalten Lösungen bei langsamem Verdunsten mit 3 At. Wasser in breiten, vierseitigen Tafeln. Bei 100° wasserfrei.

Hippursaures Silberoxyd, AgO. $\overline{Hi}$ + HO, käsiger Niederschlag, der sich in kochendem Wasser auflöst und beim Erkalten in schönen seidenglänzenden Nadeln niederschlägt.

Hippursaures Eisenoxyd, isabellfarbner, voluminöser Niederschlag, der sich in kochendem Wasser nicht auflöst, aber darin schmilzt; löst sich in warmem Alkohol, fällt aber daraus beim Erkalten amorph nieder, krystallisirt aus der kalten Lösung in schiefen, rhombischen Prismen.

Hippursaures Aethyloxyd, $C_4 H_5 O$. $C_{18} H_8 N O_5$, lange, weisse, seidenglänzende, fettig anzufühlende Nadeln, geruchlos, von scharfem Geschmack, wenig in kaltem, besser in heissem Wasser löslich, schmilzt bei 44°, erstarrt dann bei 32°, wird bei stärkerem Erhitzen zersetzt.

Umwandlungsproducte. Die aus der Hippursäure durch salpetrige Säure erhaltene stickstofffreie Säure, $C_{18} H_7 O_7$. HO, ist nach *Strecker* in Aether leicht löslich, giebt mit Baryt ein in seidenglänzenden Nadeln krystallisirendes Salz, welches in Wasser leicht löslich ist, mit Silberoxyd, AgO. $C_{18} H_7 O_7$, ein in kochendem Wasser lösliches, beim Erkalten in feinen Nadeln krystallisirendes Salz, welches beim Erhitzen Bittermandelöl entwickelt. Diese Säure entsteht übrigens aus der Hippursäure nach folgender Gleichung: $C_{18} H_8 N O_5 + 3 HO - H_3 N = C_{18} H_7 O_7$ HO.

Darstellung. Die Hippursäure ist aus dem Pferdeharne sehr leicht darzustellen, aber nicht so leicht vom Farbstoffe völlig zu befreien. Frischer Pferdeharn ist nämlich bis auf ⅛ seines Volumens zu verdunsten und dann mit Salzsäure zu versetzen; nach dem Erkalten wird die ausgeschiedene, stark gefärbte Säure in der 10fachen Menge kochenden Wassers gelöst und mit Kalkhydrat gekocht, dann filtrirt, hierauf die Flüssigkeit mit Alaunlösung bis zur sauren Reaction versetzt und die Alaunerde wieder durch doppeltkohlensaures Natron präcipitirt; das Kochen mit Kalkmilch bewirkt theilweise Zerstörung des die Hippursäure färbenden Pigments, durch die niederfallende Alaunerde wird ein andrer Theil des Pigments mit präcipitirt; die aus der filtrirten Flüssigkeit durch Salzsäure ausgefällte Säure wird wieder in siedendem Wasser gelöst, mit Thierkohle gekocht und heiss filtrirt; beim Erkalten schiesst die Säure farblos an. Auch durch blosses, aber öfter wiederholtes Kochen des Pferdeharns und der ausgefällten Hippursäure mit Kalkmilch wird diese farblos erhalten.

Es muss immer möglichst frischer Harn angewendet werden, da der Pferdeharn sich bei gewöhnlicher Temperatur schon sehr bald zu zersetzen anfängt und dann keine Hippursäure mehr, sondern Benzoësäure liefert.

Prüfung. Die Hippursäure hat so charakteristische Eigenschaften, dass sie, ist sie einmal von andern Substanzen ziemlich frei dargestellt, kaum mit irgend einer andern Säure, als etwa der Benzoësäure, verwechselt werden kann, wenn letztere noch mit organischen, färbenden und stickstoffhaltigen Substanzen verunreinigt sein sollte; denn in reinem Zustande ist wegen des verschiedenen Verhaltens beider Säuren in der Hitze gar keine Verwechslung möglich. Wie man sie auch im unreinen Zustande leicht von einander unterscheiden kann, ersieht man aus Folgendem: Hippursäure, die weit schwerer in Aether löslich ist, als Benzoësäure, krystallisirt aus heissgesättigten Lösungen in Nadeln oder Prismen, Benzoësäure in Schuppen; letztere macht oft die ganze Flüssigkeit erstarren, so dass man das Gefäss nach dem Erkalten umkehren kann, ohne dass ein Tropfen herausfliesst; ferner aus Salzlösungen durch Säuren ausgeschieden, fällt die Hippursäure sogleich in Nadeln oder Flimmern nieder, die Benzoësäure bildet aber erst eine milchige Flüssigkeit, ehe sie krystallinisch wird. Beim raschen Verdunsten einer sauren Flüssigkeit in einer Schale setzen sich, wenn diese mit Papier bedeckt ist, an demselben leicht feine, fettglänzende Schuppen von Benzoësäure an, was bei der Hippursäure natürlich nicht der Fall ist. Am besten unterscheidet man jedoch beide Säuren mit Hülfe des

Mikroskops, indem man nach dem S. 216 und 123 Gesagten ihre Krystallform vergleicht; es ist alsdann keine Verwechslung mehr möglich.

Will man geringe Mengen von Hippursäure in thierischen Flüssigkeiten nachweisen, so muss man sich vor allem daran erinnern, dass die zu untersuchenden Objecte frisch sein müssen, da sich sonst die Hippursäure bereits in Benzoësäure verwandelt hat, und letztere dann beim Verdunsten grösstentheils mit den Wasserdämpfen fortgeht; ist aber die thierische Flüssigkeit noch völlig unzersetzt, so ist dieselbe bis fast zur Syrupsconsistenz abzudampfen und dann mit Alkohol von 0,83 spec. Gewicht zu extrahiren, das alkoholische Extract während des Verdunstens mit etwas Oxalsäure zu versetzen und bis zur Syrupsconsistenz abzudampfen, der Rückstand aber mit Aether, dem $\frac{1}{6}$ seines Volumens Alkohol zugesetzt ist, zu extrahiren. Das letztere Extract ist nun vorsichtig zu verdunsten und der Rückstand, der neben freien Säuren auch fettige Stoffe enthält, zur Entfernung der letztern mit Wasser zu versetzen; zuweilen scheiden sich auf Zusatz des letztern aus der vorher extractähnlichen Masse sofort Krystalle von Hippursäure aus; möge dieses der Fall sein oder nicht, so ist jenes ätherische Extract mit Wasser zu erwärmen und durch ein vorher wohl angefeuchtetes Filter zu filtriren; die filtrirte saure Flüssigkeit kann entweder etwas in der Wärme concentrirt werden oder, wenn ihre Menge gering ist, auf einem Uhrglase der Selbstverdunstung überlassen bleiben; es werden sich dann sehr bald Krystalle von Hippursäure ausscheiden, deren Form mikroskopisch zu messen ist. Ist freilich viel Hippursäure vorhanden, so kann man zuweilen unmittelbar durch Salzsäure aus dem syrupösen Rückstande Hippursäure krystallinisch abscheiden und sie von Harnsäure u. dergl. leicht unter dem Mikroskope unterscheiden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Hippursäure wurde zuerst als selbstständige Säure von *Liebig* im *Harn der Pferde* nachgewiesen, wo man sie bis dahin für Benzoësäure gehalten hatte; später wurde sie in dem Harn vieler pflanzenfressenden Säugethiere, z. B. des Rindes, des Elephanten, der Ziege, des Haasen, Schaafes u. s. w. gefunden. Auffallend ist es dagegen, dass sie nach *Wöhler* im Harne säugender Kälber gänzlich fehlt, während in diesem Allantoin, Harnsäure und Harnstoff enthalten sind (vergl. oben S. 181 ff.) Im Harn des Schweins konnte weder *Bous-*

singault[1]) noch *von Bibra*[2]) Hippursäure entdecken. *Liebig*[3]) war der erste, welcher im gesunden Menschenharn Hippursäure nachwies, besonders nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel; *Liebig* fand sie ziemlich in derselben Menge, wie die Harnsäure, wogegen *Bird*[4]) ihr Verhältniss am gewöhnlichsten = 1 : 3 fand.

Schon oben S. 88 habe ich bemerkt, dass nie im frischen Pferdeharn Benzoësäure vorkommt, sondern dieselbe sich stets erst durch Zersetzung des Harns bildet; dagegen muss ich *C. Schmidt's*[5]) Erfahrung vollkommen bestätigen, dass die Hippursäure selbst, wiewohl sehr selten, ganz fehlt und an deren Stelle eine ölartige Materie gefunden wird, welche, mit ätzenden Alkalien erhitzt, Benzin liefert.

Man hat *Liebig's* Behauptung bestreiten wollen, dass in allem menschlichen Harne, wenigstens nach dem Genusse von Vegetabilien, sich Hippursäure vorfinde; allein obgleich es mir selbst früher missglückt war, im eigenen Harn bei rein vegetabilischer Kost diese Säure aufzufinden, so habe ich mich doch sehr oft, sowohl mit grossen als mit geringen Mengen Harn arbeitend, überzeugt, dass diese Säure constant nach dem Genusse gemischter Nahrungsmittel vorkommt. Die Gegenwart der Hippursäure kann aber leicht entgehen, wenn man den sauren Harn zu scharf eindampft, nachdem sich bereits Benzoësäure gebildet hat; dagegen ist die Zersetzung der Hippursäure durch die angewendete Salzsäure keineswegs zu befürchten, denn dazu gehört sehr concentrirte Säure und anhaltendes Kochen.

Im Harne *fleischfressender Thiere* ist die Hippursäure nicht gefunden, aber vielleicht auch nicht mit der gehörigen Aufmerksamkeit und Sorgfalt gesucht worden. Im Harne von Schildkröten konnten weder *J. Müller* und *Magnus*[6]) noch auch *Marchand*[7]) Hippursäure auffinden, indessen habe ich mich mit der grössten Sicherheit und zwar öfter von der Gegenwart der Hippursäure neben Harnsäure im Harn der Testudo graeca überzeugt.

Magnus konnte im Harn der Testudo nigra s. elephantopus auch keine Harnsäure auffinden, *Marchand* in dem der T. tabulata zwar die letztre, aber keine Hippursäure; ich arbeitete wahrscheinlich mit viel grössern Mengen und zwar frischen Harns. Die Exemplare von Testudo graeca wurden mit Salat und andern Vegetabilien gefüttert; der Harn ist leicht zu sammeln, wenn man das Thier in eine Schüssel auf den Rücken legt; es giebt dann, wenn die Harn-

---

[1]) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. III Sér. T. 15. p. 97—104.
[2]) *Von Bibra*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 98—112.
[3]) *Liebig*, ebend. Bd. 37, S. 257.
[4]) *Bird*, London med. Gaz. Aug. 1844.
[5]) *C. Schmidt*, Entwurf etc. S. 39.
[6]) *Joh. Müller* und *Magnus*, Müller's Archiv. 1835. S. 214.
[7]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 34, S. 244—247.

blase einigermassen gefüllt ist, den Harn sehr bald von sich; dieser Harn enthält neben harnsaurem und hippursaurem Alkali freie Hippursäure; denn aus dem ätherischen Extracte konnte ohne vorhergegangene Anwendung irgend einer stärkern Säure die Hippursäure unmittelbar durch Wasser krystallisirt und zwar so rein erhalten werden, dass ihr Verhalten in der Hitze, ihre Löslichkeit u. s. w. genau studirt werden konnte; wurde aber nach der eben angeführten Weise die Hippursäure unter Anwendung von Oxalsäure oder Salzsäure dargestellt, so wurden noch weit grössere Mengen erhalten.

Im krankhaften Harn des Menschen habe ich die Hippursäure fast immer nachzuweisen vermocht, besonders in grosser Menge in dem sauren fieberhaften Harn, möge das Fieber den Typhus oder eine Pneumonie oder irgend einen andern pathologischen Process begleiten. Ehe die Hippursäure im gesunden Menschenharn nachgewiesen war, entdeckte ich die Hippursäure im Harn bei *Diabetes*[1]), wo sie weit leichter als in anderem extractivstoffreichen Harn nachzuweisen ist.

Im diabetischen Harn habe ich die Hippursäure gefunden, so oft ich solchen Harn darauf untersuchte; *Ambrosiani*, *Hünefeld* und Andre haben sie ebenfalls darin nachgewiesen; *Bouchardat* im sogenannten Diabetes insipidus; *Pettenkofer*[2]) fand sie in grosser Menge bei einem an Veitstanz leidenden Mädchen. Bei einem Säufer mit granulirter Leber fand *Bird*[3]) im Harn ein aus Hippursäure bestehendes Sediment. In dem stark sauren Harn, wie er zuweilen in Fiebern gelassen wird, rührt die saure Reaction zum grossen Theil von Hippursäure her; denn aus dem ätherischen Extracte des nicht mit Säuren behandelten Harn erhält man oft die schönsten Krystalle von Hippursäure. Solcher Harn ist übrigens keineswegs so häufig als man gewöhnlich glaubt; denn gerade der fieberhafte Harn wird viel schneller von (erst nach dem Urinlassen gebildeter) Milchsäure saurer als der normale; daher man auch den Fieberharn in der Regel saurer als normalen findet, weil man ihn nicht ganz frisch gelassen untersucht. Ein Verhältniss gewisser Krankheiten oder Symptomengruppen zur Menge der im Harn enthaltenen Hippursäure habe ich nicht auffinden können.

An andern Orten als im Harn hat man die Hippursäure bis jetzt noch nicht gefunden.

Ursprung. Die Entstehung der Hippursäure im thierischen Körper ist noch in Dunkel gehüllt, so viel Anhaltungspunkte wir auch zu

---

[1]) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 6, S. 113.

[2]) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57 S. 128.

[3]) *Bird*, a. e. a. O.

deren Erklärung zu haben scheinen. Alle Ansichten über die chemische Constitution der Hippursäure stimmen darin überein, dass in derselben eine Benzoylverbindung ($C_{14} H_5 O_2 + H$ oder $+ O$ oder $+ H_2 N$). verborgen liege; eine thatsächliche Erfahrung ist es, dass Benzoësäure, flüchtiges Bittermandelöl und die der Benzoësäure sehr ähnliche Zimmtsäure im Thierkörper in Hippursäure verwandelt werden. Da nun Benzoylverbindungen fast nur im Pflanzenreiche gefunden werden, so würde man glauben können, dass dieser Bestandtheil der Hippursäure seine Quelle vorzüglich in den vegetabilischen Nahrungsmitteln habe; dafür spricht auch das reichliche Vorkommen dieser Säure im Harn vieler pflanzenfressenden Thiere. Man könnte also verleitet werden, den einen Bestandtheil der Hippursäure nur als unmittelbares Umsetzungsproduct gewisser Bestandtheile der Nahrungsmittel und zwar der vegetabilischen anzusehen: allein dagegen sprechen doch mehrere positive Erfahrungen; im Harn Kranker, die bei antiphlogistischer Diät fast ohne alle Nahrungsmittel mehrere Tage gelebt haben, findet sich die Menge der Hippursäure im Harn geradezu vermehrt; der Harn von Schildkröten, die länger als 6 Wochen gehungert hatten, enthielt noch Hippursäure so auch der Harn von Diabetikern, die nur mit Animalien genährt wurden. Im Harn der körnerfressenden Vögel, so wie in dem der Raupen von Sphinx Cossus und mehrerer andrer pflanzenfressender Insecten findet nach genauen von mir in dieser Rücksicht angestellten Untersuchungen wohl Harnsäure in grösserer oder geringerer Menge, aber keine Hippursäure. Es ist wohl hieraus zu schliessen, einerseits, dass die Harnsäurebildung nicht an den Genuss animalischer und die der Hippursäure nicht an den der Vegetabilien gebunden sei, und dass die letztere Säure auch ihren stickstofffreien Bestandtheil der retrograden Metamorphose thierischer Gewebe entlehnen müsse. Diess widerspricht auch gar nicht unsern chemischen Erfahrungen betreffs der Entstehung von Benzoylverbindungen; denn sollten denn nicht die stickstoffhaltigen Gewebstheile, die nach *Guckelberger's* schöner Untersuchung bei der Behandlung mit Oxydationsmitteln Benzoësäure und Benzonitril liefern, bei ihrer factischen Verwesung (allmählicher Oxydation) im Thierkörper ein gleiches Zersetzungsproduct liefern können?

Was den stickstoffhaltigen Bestandtheil der Hippursäure betrifft, mögen wir denselben als Fumaramid oder als Glycin betrachten, so ist derselbe zweifelsohne von thierischen, eiweissartigen Stoffen und wahrscheinlich von zersetzten Gewebstheilen abzuleiten. Es würde aber sicher voreilig sein, wenn wir ihn hauptsächlich aus der Zersetzung

der leimgebenden Gewebe ableiten wollten, da er aus solchen bei dem künstlichen Verfahren hauptsächlich gebildet wird; allein abgesehen davon, dass jenes Product, in welches sich der stickstoffhaltige Paarling der Hippursäure umändert, auch aus eiweissartigen Stoffen hervorgebracht wird, müssen wir daran erinnern, dass der Stoffwechsel in den leimgebenden Geweben sicher zu gering ist, um die Bildung der im Harne gefundenen Mengen von Hippursäure zu erklären (namentlich nach dem Genusse von 2 Drachmen bis ½ Unze Benzoësäure), und dass derselbe Stoff in noch reichlicherm Masse von der Leber ausgeschieden wird. Das Glycin ist aber als ein ebenso gewöhnliches Umsetzungsproduct stickstoffhaltiger Stoffe zu betrachten, als der Harnstoff.

Eine nähere Quelle der Hippursäure können wir also, weder im Betreff des einen noch des andern nähern Bestandtheils, zur Zeit nicht nahmhaft machen, und zwar um so weniger, als weder aus physiologischen noch pathologischen Verhältnissen eine nähere Beziehung zu irgend einem thierischen Processe hat entdeckt werden können.

So viel steht aber fest, dass die Hippursäure für nichts andres als ein reines Ausscheidungsproduct anzusehen ist, und daher von einem besondern Nutzen derselben für den thierischen Organismus nicht die Rede sein kann.

Es ist zu beklagen, dass die Benzoësäure ärztlich noch so selten und dann zwar meist höchst irrationell angewendet wird. Die Benzoësäure dürfte in pharmakologischer Hinsicht noch vielseitig zu prüfen sein; einen sehr grossen Vortheil hat sie vor allen andern officinellen Säuren voraus, nämlich den, den Harn stark sauer zu machen. *Ure* hat diesen Umstand sehr hervorgehoben, indessen scheint man in der Praxis noch wenig Werth auf diese jedenfalls wichtige Erfahrung zu legen.

Harnsäure. $C_5 H N_2 O_2 . HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Die reine Harnsäure bildet ein glänzend weisses Pulver oder sehr kleine Schuppen, die unter dem Mikroskop aus unregelmässigen Platten bestehen, an denen die Krystallform (s. unter „Prüfung") nicht gut erkannt werden kann; sie ist ohne Geruch und Geschmack, löst sich erst in 1800 bis 1900 Th. heissem und in 14000 bis 15000 Th. lauem Wasser von 20°; nicht in Alkohol und Aether, röthet Lackmus nicht. In concentrirter Salzsäure löst sich die Harnsäure etwas leichter als in Wasser; in concentrirter Schwefelsäure

ziemlich leicht und ohne Zersetzung, durch Wasser wird sie daraus wieder niedergeschlagen. In kohlensauren, borsauren, phosphorsauren, milchsauren und essigsauren Alkalien löst sie sich leicht auf, indem sie den Salzen etwas Alkali entzieht und durch dieses löslich gemacht wird. Durch Essigsäure so wie durch andre Säuren wird die Harnsäure aus allen ihren Salzen ausgetrieben und zwar anfangs in Form einer Gallert (nach *Fritzsche*[1] ein Hydrat $= C_4\,H\,N_2\,O_2 . HO + 4$ Aq.) ausgeschieden, die sich aber bald in glänzende Blättchen verwandelt.

Die Harnsäure gehört überhaupt zu den *schwächsten Säuren;* so treibt sie, gleich den Fettsäuren, die Kohlensäure nicht unmittelbar aus dem kohlensaurem Kali aus, sondern bildet harnsaures Kali und doppeltkohlensaures Kali, wenn man auch noch so grosse Mengen Harnsäure zusetzt; ist die Lösung des kohlensauren Kalis concentrirt, so bleibt das harnsaure Kali ungelöst; ähnlich verhält sich die Harnsäure zu borsauren und phosphorsauren Alkalien, nur mit dem Unterschiede, dass die Lösung von phosphorsaurem Natron, welche alkalisch reagirt, nach Zusatz überschüssiger Harnsäure wegen Bildung von doppeltphosphorsaurem Natron Lackmus röthet.

Bei der *trocknen Destillation* zersetzt sich die Harnsäure in Harnstoff, Cyansäure, Cyamelid, Blausäure und etwas kohlensaures Ammoniak, zurück bleibt eine stickstoffreiche, braunschwarze Kohle.

Schmilzt man Harnsäure mit *Kalihydrat* zusammen, so bildet sich kohlensaures und cyansaures Kali neben Cyankalium. Wird Harnsäure mit 2 Th. Wasser gekocht, und so lange Bleihyperoxyd hinzugesetzt, als dieses sich noch entfärbt, so bildet sich oxalsaures Bleioxyd, Harnstoff und Allantoin ($2\,C_5\,H\,N_2\,O_2 . HO + 2\,O + 3\,HO = C_2\,H_4\,N_2\,O_2 + 2\,C_2\,O_3 + C_4\,H_3\,N_2\,O_3$).

In *Chlorgas* schwillt feuchte Harnsäure auf und verwandelt sich unter Entwicklung von Kohlensäure und Cyansäure in Oxalsäure und Salmiak; trockne Harnsäure in trocknem Chlorgas liefert viel Cyansäure, Chlorcyan und Chlorwasserstoff und hinterlässt nur einen geringen, kohligen Rückstand. In verdünnter *Salpetersäure* löst sich die Harnsäure ziemlich leicht unter Entwicklung gleicher Volumina Stickstoff und Kohlensäure auf, in der Flüssigkeit sind dann verschiedene von den unten beschriebenen Zersetzungsproducten enthalten. Dampft man eine solche Lösung der Harnsäure in Salpetersäure vorsichtig zur Trockniss ein, so hinterbleibt ein rother, amorpher Rück-

[1]) *Fritzsche*, Bull. scient. de St. Petersb. T. 1 No. 79 et 107.

stand, der, besonders wenn man einen Hauch Ammoniak darüber streichen lässt, sehr schön purpurroth wird; befeuchtet man die rothe Masse (Murexid) mit etwas Aetzkali, so wird sie schön purpurblau gefärbt (Schlossberger [1]).

Zusammensetzung. Nach obiger aus den Analysen harnsaurer Salze von *Bensch* [2]) abgeleiteter Formel besteht die Harnsäure aus:

Kohlenstoff	5	At.	35,714
Wasserstoff	1	,,	1,191
Stickstoff	2	,,	33,333
Sauerstoff	2	,,	19,048
Wasser	1	,,	10,714
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 937,5; Sättigungscapacität derselben = 10,656. Kaum von irgend einer andern organischen Säure sind die Zersetzungsproducte so sorgfältig und vielseitig untersucht worden, als von der Harnsäure und doch geben diese mühsamen Arbeiten uns noch keinen Halt für Aufstellung einer irgend wie rationellen Formel. *Bensch's* Entdeckung des wahren Atomgewichts der Harnsäure hat namentlich dazu beigetragen, die früher so wohl motivirt scheinenden Ansichten über die innere Constitution dieser Säure wieder wankend zu machen. Will man die Atome beliebig verdoppeln, will man ferner den Begriff der Paarung so weit ausdehnen, dass die zu paarenden Stoffe bei ihrer Vereinigung noch gewisse Atome Wasserstoff und Sauerstoff verlieren können, so dass man das Oxamid als einen aus Oxalsäure und Ammoniak, das Benzanilid als einen aus Benzoësäure und Anilin zusammengesetzten Körper ansehen zu dürfen glaubt, so lässt sich freilich manches deuten, wozu eine logisch folgerichtige Induction uns nicht zu führen scheint. Eine wahrhaftige Paarung scheint uns (besonders wenn wir uns an die Zusammensetzung der schon längst als gepaart betrachteten Stoffe halten) nur diejenige Verbindung zu sein, wo zwei organische Körper sich allerdings unter Verlust von Wasser mit einander vereinigen, aber nur jenes Wassers, welches entweder directer Untersuchung zufolge oder hoher Wahrscheinlichkeit nach ausserhalb ihres eigentlichen Atomencomplexes lag und als basisches, saures oder salinisches Wasseratom zu betrachten war. Viele der neuerdings gepaart genannten Körper sind Stoffe, die

---

[1]) *Schlossberger*, Arch. für physiol. Hlk. Bd. 8, S. 294.

[2]) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 189—208.

allerdings gewisse Atome Sauerstoff und Wasserstoff weniger enthalten, als die einzelnen wasserfreien Stoffe, aus welchen sie entstanden sind oder entstanden gedacht werden können; allein diese Bezeichnungsweise stimmt nicht mit dem ursprünglichen Begriffe der Paarung überein, zumal wenn es wahrscheinlich wird, dass bei dieser Vereinigung der eine Stoff den Sauerstoff und der andre den Wasserstoff zur Wasserbildung und Abscheidung hergegeben hat.

Nichts desto weniger würde es thöricht sein, wenn man zur Erleichterung der Einsicht in den Umtausch oder die Umlagerung der Atome organischer Stoffe nicht gewissen Vorstellungen über das Zusammentreten und Auseinanderfallen der Atome Raum geben wollte. Eine solche Vorstellung ist aber dann nur eine Fiction und nicht ein durch Induction gewonnener Schluss. Dass solche Fictionen in den Naturwissenschaften nicht ganz verwerflich sind, beweist die *Newton*'sche Fiction emanirender Lichtstrahlen, die jetzt freilich der Undulationstheorie gänzlich gewichen ist. Von diesem Gesichtspunkte aus ist auch die von *Liebig* und *Wöhler* früher ausgesprochene Ansicht der Constitution der Harnsäure zu betrachten. Aus dem Zerfallen der Harnsäure durch Bleihyperoxyd leiteten sie die hypothetische Formel der Harnsäure ab $= C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 C_4 N O_2$; d. h. sie setzten den Harnstoff in der Harnsäure präformirt und neben diesen eine im unzersetzten Zustande nicht isolirbare Säure, die sie *Urilsäure* nannten. Jetzt wo die Unterlagen dieser Hypothese durch die Entdeckung des wahren Atomgewichts der Harnsäure mehr als erschüttert sind, können wir uns dieser Fiction noch recht wohl bedienen, um uns die Entstehung der Producte *vorstellen* zu können, welche *Liebig* und *Wöhler* durch ihre classischen Untersuchungen aus der Harnsäure erzielt haben. So kann man sich vorstellen, dass bei jener Zersetzung durch Bleihyperoxyd 2 Aequivalente Harnsäurehydrat 1 Aeq. Harnstoff enthalten, welches isolirt wird, während die 2 Aeq. Urilsäure zunächst in $C_4 O_4$ und $C_4 N_2$ zerfallen, wovon das erstere unter Aufnahme von 2 At. Sauerstoff die Oxalsäure bildet, während das andre mit Aufnahme von 3 At. Wasser Allantoin erzeugt. In ähnlicher Weise kann man sich das Verständniss der Entstehung jener zahlreichen Producte erleichtern, welche durch Einwirkung von Salpetersäure auf Harnsäure hervorgehen können.

Verbindungen. Die Harnsäure bildet nur mit den fixen Alkalien ziemlich leicht lösliche Salze, besonders leicht löslich ist das Lithionsalz, wogegen das Ammoniaksalz fast unlöslich ist. Nur mit Kali

und Natron kann die Harnsäure neutrale Salze bilden, mit Ammoniak und allen andern Basen dagegen nur saure und unlösliche Salze. Aus den Lösungen der Harnsäure in Kali fällt durch Kohlensäure ein saures Alkalisalz nieder.

Neutrales harnsaures Kali, $KO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2$, wird erhalten, wenn man eine Lösung von Harnsäure in kohlensäurefreiem Kali mit Alkohol vermischt und dann concentrirte Kalilauge zusetzt. Es krystallisirt in Nadeln ohne Wasser, löst sich in 30 bis 40 Th. siedenden Wassers, ein wenig in Alkohol, nicht in Aether, reagirt stark alkalisch und zieht an der Luft Kohlensäure an.

Doppelt harnsaures Kali, $KO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2$, wird durch Kohlensäure aus der Lösung des neutralen Salzes niedergeschlagen, krystallisirbar in Nadeln, löst sich in 70 bis 80 Th. siedenden Wassers und fast 7 bis 800 mal soviel Wasser von 20°. Die Lösung reagirt nicht alkalisch, wird durch Salmiak und doppeltkohlensaure Alkalien gefällt.

Neutrales harnsaures Natron, $NaO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + Aq$, krystallisirt in Warzen, löst sich in 80 bis 90 Th. siedenden Wassers, schwer in Alkohol, nicht in Aether, verliert bei 100° sein Krystallwasser.

Doppelt harnsaures Natron, $NaO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + Aq$. krystallisirt in kurzen hexagonalen Prismen oder dicken sechsseitigen Tafeln (mikroskopisch), die sich gewöhnlich zu sternförmig gruppirten Massen vereinigen, in denen die einzelnen Krystalle grösser und deutlicher erkennbar sind, als in dem auch mikroskopisch drusigen Ammoniaksalze; verliert das Krystallwasser erst bei 170°, löst sich in 124 Th. siedendem und 1150 Th. kaltem Wasser.

Doppelt harnsaures Ammoniak, $H_4\ NO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2$ ist höchstens in ganz feinen Nadeln krystallisirt zu erhalten, bildet aber selbst unter dem Mikroskop kugliche, undurchsichtige Massen, aus denen nur hie und da höchst feine Spitzen hervortretend zu erkennen sind.

Die übrigen Salze der Harnsäure bilden fast sämmtlich nur amorphe Niederschläge; und enthalten auf 1 At. Basis 2 At. Harnsäure, von denen aber das eine immer sein basisches Wasseratom beibehält, daher man auch nicht füglich das Atomgewicht der Harnsäure doppelt so hoch (d. h. $= C_{10}\ H_2\ N_4\ O_4$) annehmen kann; denn wären diese Salze nach diesem Atomgewichte sämmtlich neutrale Salze, so würden

sie, oder wenigstens einige derselben in höherer Temperatur jenes 1 At. Wasser sicher verlieren.

Die Salze von Baryt, Strontian und Kalk sind sämmtlich constituirt nach der Formel: $RO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + 2\ Aq.$

Doppelt harnsaure Talkerde, $MgO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + 6\ HO$, in feinen Nadeln krystallisirbar, verliert bei 170° nur 5 At. Wasser, löst sich in 160 Th. siedendem Wasser, aber erst in 3800 Th. kaltem.

Doppelt harnsaures Bleioxyd, $PbO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + Aq.$; weisses Pulver verliert das Krystallwasser bei 160°.

Doppelt harnsaures Kupferoxyd, $CuO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + 5\ Aq$; grünes Pulver, verliert bei 140° 3 At. Krystallwasser.

Schwefelsaure Harnsäure, $HO.\ C_5\ H\ N_2\ O_2 + 4\ (HO.\ SO_3)$, entsteht, wenn Harnsäure in warmer concentrirter Schwefelsäure gelöst wird, und scheidet sich beim Erkalten in farblosen Krystallen ab, die bei 70° schmelzen und beim Abkühlen wieder krystallinisch erstarren, bei 170° wird sie zersetzt; an der Luft zieht sie Wasser an und wird so wie durch zugefügtes Wasser in ihre nächsten Bestandtheile zersetzt.

Umwandlungsproducte. Die Zersetzungsproducte der Harnsäure bieten ein hohes Interesse dar, insofern sie uns im Allgemeinen einen tiefern Blick in die verschiedenartigen Umsetzungen der Atome und einzelner Atomenaggregate thun lassen.

Alloxan, *erythrische Säure*, $C_8\ H_4\ N_2\ O_{10}$, entsteht, wenn in 4 Th. Salpetersäure von 1,42 bis 1,5 specifischem Gewichte allmälig 1 Th. trockne Harnsäure eingetragen wird; das Ganze erstarrt endlich krystallinisch. Noch besser lässt sich dieser Körper darstellen, wenn 4 Th. Harnsäure mit 8 Th. mässig starker Salzsäure gemischt und in die Flüssigkeit allmälig 1 Th. chlorsaures Kali eingetragen wird; ohne Gasentwicklung bildet sich im letztern Falle Harnstoff und Alloxan, während im erstern Falle Stickstoff und Kohlensäure entweicht, entstanden aus der Zersetzung des Harnstoffs durch salpetrige Säure (vergleiche S. 100).

Das Alloxan krystallisirt in grossen, farblosen, verwitternden, diamantglänzenden Rhombenoktaëdern mit 6 At. Krystallwasser aus heissen nicht vollkommen gesättigten Lösungen, aus gesättigten dagegen in wasserfreien geschobenen, vierseitigen Säulen; von schwach salzigem

Geschmacke, widrigem Geruche, röthet Lackmus, färbt die Haut purpurroth.

Es ist leicht einzusehen, dass nach obiger Fiction von urilsaurem Harnstoff die Urilsäure unter Aufnahme von 4 At. Wasser und 2 At. Sauerstoff Alloxan bildet ($C_8 N_2 O_4 + 4 HO + 2 O = C_8 H_4 N_2 O_{10}$.)

Alloxansäure, $C_4 H N O_4 . HO$, entsteht durch Digestion von Alloxan mit ätzenden Alkalien und Zersetzen des Barytsalzes mittelst Schwefelsäure. Sie krystallisirt in concentrisch gruppirten Nadeln, luftbeständig, von saurem, hintennach süsslichem Geschmacke, leicht löslich in Wasser, weniger in Alkohol, sehr wenig in Aether; röthet Lackmus stark, zerlegt kohlensaure und essigsaure Salze und oxydirt Zink und Kadmium unter Wasserstoffentwicklung; in wässriger Lösung zersetzt sie sich über 60°. Ihre Alkalisalze sind in Wasser löslich und krystallisirbar, die übrigen neutralen Salze schwer löslich; sie ist gleich der Harnsäure sehr geneigt saure Salze zu bilden, welche sämmtlich löslich sind (*Schlieper*[1]).

Die Alloxansäure entsteht aus dem Alloxan durch Verlust von 2 At. Wasser.

Wird eine Alloxansäurelösung lange Zeit gekocht, so zerfällt sie unter Ausscheidung von Kohlensäure in eine in Wasser unlösliche Säure, **Leukotursäure**, $C_6 H_3 N_2 O_6$ und einen löslichen, indifferenten Körper, **Diffluan**, $C_6 H_4 N_2 O_5$. (*Schlieper*).

Zwei Atome Alloxan liefern neben 4 At. Kohlensäure und 1 At. Wasser 1 At. jener neuen Säure und 1 At. Diffluan, denn $C_{16} H_8 N_4 O_{20} = C_6 H_3 N_2 O_6 + C_6 H_4 N_2 O_5 + 4 CO_2 + HO$.

Mesoxalsäure, $C_3 O_4$, entsteht neben *Harnstoff*, wenn zu einer kochenden Lösung von essigsaurem Bleioxyd tropfenweise eine Alloxanlösung gesetzt wird; sie ist krystallisirbar und röthet Lackmus.

Alloxan zerfällt einfacher Weise in 1 Aeq. Harnstoff und 2 Aeq. Mesoxalsäure $C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 C_3 O_4 = C_8 H_4 N_2 O_{10}$.

Mykomelinsäure, $C_8 H_5 N_4 O_5$, entsteht, wenn eine mit Ammoniak übersättigte Alloxanlösung einige Zeit siedet, auf Zusatz von überschüssiger verdünnter Salpetersäure; gelbe Gallert im feuchten Zustande, trocken ein gelbes Pulver, welches in Wasser löslich ist, Lackmus röthet und kohlensaure Salze zersetzt.

Diese Säure entsteht aus 1 At. Alloxan und 2 At. Ammoniak unter Abscheidung von 5 At. Wasser $= C_8 H_4 N_2 O_{10} + 2 H_3 N - 5 HO = C_8 H_5 N_4 O_5$.

Parabansäure, $C_6 N_2 O_4 + 2 HO$, wird dargestellt, wenn 1 Th. Harnsäure oder 1 Th. Alloxan mit 8 Th. mässig verdünnter Salpetersäure digerirt und bis zur Syrupsconsistenz abgedampft wird; nach einiger Zeit scheiden sich Blättchen oder Säulchen von *Parabansäure* aus; sie ist luftbeständig, schmeckt scharf sauer, löst sich leicht in Wasser, schmilzt beim Erhitzen und sublimirt sich zum Theil unzersetzt.

Aus Harnsäure und Salpetersäure entsteht die *Parabansäure* dadurch, dass der Harnstoff der Harnsäure auf gewöhnliche Weise durch die entstehende, salpetrige Säure zersetzt wird, zu der Urilsäure aber 2 At. Wasser und 4 At. Sauerstoff treten, welche dann 2 At. Kohlensäure und 1 At. Parabansäure bilden, denn $C_8 N_2 O_4 + H_2 O_2 + 4 O - C_2 O_4 = C_6 N_2 O_4 + 2 H O$.

[1]) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 55, S. 251—297.

Das Alloxan zerfällt mit 2 At. Sauerstoff in 2 At. Kohlensäure, 4 At. Wasser und 1 At. Parabansäure, denn $(C_8 H_4 N_2 O_{10} + 2 O) = (C_2 O_4 + H_4 O_4 + C_6 N_2 O_4)$.

Hydrurilsäure, $C_{12} H_3 N_3 O_9 + 2 HO$, wird unter noch nicht genau erforschten Bedingungen neben dem Alloxan gebildet; sie stellt ein weisses, lockres, aus feinen Nadeln bestehendes Pulver dar, schwerlöslich in kaltem Wasser, leichter in heissem, unlöslich in Alkohol; mit Alkalien bildet sie saure und neutrale Salze; diese Säure kann als eine Verbindung der oben erwähnten hypothetischen Urilsäure mit Wasser betrachtet werden, 3 At. Urilsäure + 10 At. Wasser geben 2 At. Hydrurilsäure. Durch Salpetersäure wird diese Säure in Nitrohydrurilsäure, $C_8 H_2 N_3 O_{14}$ umgewandelt.

Oxalursäure, $C_6 H_3 N_2 O_7 . HO$; wird eine Auflösung von Harnsäure in verdünnter Salpetersäure mit Ammoniak übersättigt und abgedampft, so scheidet sich das Ammoniaksalz dieser Säure in Nadeln ab; aus demselben wird sie durch stärkere Säuren ausgeschieden als glänzendweisses krystallinisches Pulver, von saurem Geschmack und saurer Reaction, beim Erhitzen zerfällt sie in 2 At. Oxalsäure und 1 At. Harnstoff, denn $C_6 H_3 N_2 O_7 . HO = 2 C_2 O_3 + C_2 H_4 N_2 O_2$.

Die *krystallisirte Oxalursäure* kann daher als eine Verbindung von 2 At. Sauerkleesäure und 1 At. Harnstoff angesehen werden, denn $C_4 O_6 + C_2 H_4 N_2 O_2 = C_6 H_4 N_2 O_8$.

Beim Kochen der Parabansäure mit Ammoniak nimmt diese 3 At. Wasser auf und bildet *Oxalursäure*, denn $C_6 N_2 O_4 + H_3 O_3 = C_6 H_3 N_2 O_7$.

Thionursäure, $C_8 H_7 N_3 S_2 O_{14}$, entsteht beim Zusammenbringen einer Lösung von Alloxan mit einem Ueberschuss von wässriger schwefliger Säure; kocht man die mit Ammoniak übersättigte Flüssigkeit einige Zeit, so scheidet sich beim Erkalten *thionursaures Ammoniak* in perlmutterglänzenden Krystallschuppen aus; bindet man dann die Säure dieses Salzes an Blei, und zersetzt das Bleisalz durch Schwefelwasserstoff, so erhält man beim Verdunsten der filtrirten Flüssigkeit die *Thionursäure* in Form einer weissen, krystallinischen Masse, die sauer schmeckt, luftbeständig ist, sich leicht in Wasser löst, Lackmus röthet, und durch Kochen für sich und mit Säuren zersetzt wird. Die Salze dieser Säure sättigen 2 At. Basis; mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, entwickelt sie schweflige Säure.

Die *Thionursäure* lässt sich betrachten als eine Verbindung von 1 At. Alloxan mit 1 At. Ammoniak und 2 At. schwefliger Säure, denn $C_8 H_4 N_2 O_{10} + H_3 N + S_2 O_4 = C_8 H_7 N_3 S_2 O_{14}$.

Uramil, $C_8 H_5 N_3 O_6$, bildet sich beim Kochen von Thionursäure für sich oder von thionursaurem Ammoniak mit überschüssiger Salzsäure; es bildet kleine seidenglänzende Nadeln, wird an der Luft und in der Wärme rosenroth; in kaltem Wasser ist es unlöslich, wenig löslich in kochendem; von ätzenden Alkalien und von concentrirter Schwefelsäure wird es unverändert aufgelöst; beim Kochen werden die Lösungen jedoch zersetzt. Die alkalische Lösung des Uramils färbt sich an der Luft purpurroth und setzt metallglänzende, grüne Krystallnadeln ab.

Beim Kochen von *Thionursäure* für sich trennen sich von derselben 2 At. *Schwefelsäure*, und *Uramil* scheidet sich aus; denn $C_8 H_7 N_3 S_2 O_{14} - 2 S O_3 . HO = C_8 H_5 N_3 O_6$.

Das *Uramil* lässt sich als Harnsäure betrachten, in welcher der Harnstoff durch 1 At. Ammoniak und 2 At. Wasser vertreten wird; es ist also hypothetisch zusammengesetzt aus 1 At. Urilsäure, 1 At. Ammoniak und 2 At. Wasser, denn $C_8 N_2 O_4 + H_3 N + 2 H O = C_8 H_5 N_3 O_6$.

Uramilsäure, C_{16} H_{10} N_5 O_{15}, entsteht durch Kochen von Uramil mit Kalilauge oder durch Kochen mit verdünnten Säuren; es krystallisirt in farblosen, vierseitigen Prismen oder seidenglänzenden Nadeln, löst sich in Wasser, röthet Lackmus nur schwach, löst sich ohne Gasentwicklung und Färbung in Schwefelsäure, wird von Salpetersäure zersetzt, bildet nur mit Alkalien lösliche Salze.

Durch Säuren und Alkalien wird aus 2 At. Uramil 1 At. Ammoniak ausgetrieben, und an deren Stelle treten 3 At. Wasser; C_{16} H_{10} N_6 O_{12} — H_3 N + 3 H O = C_{16} H_{10} N_5 O_{15}.

Alloxantin, C_8 H_5 N_2 O_{10}, wird gebildet, wenn 1 Th. Harnsäure mit 32 Th. Wasser gekocht, dann allmälig verdünnte Salpetersäure zugesetzt, und die Flüssigkeit endlich um den dritten Theil ihres Volumens abgedampft wird; nach einiger Zeit setzen sich Krystalle von Alloxantin ab; aus dem Alloxan wird es durch Einwirkung reducirender Körper, z. B. Schwefelwasserstoff, Salzsäure und Zink, dargestellt. Es krystallisirt in schiefen, vierseitigen Prismen, die, anfangs farblos, an der Luft gelblich, in Ammoniakdampf roth werden; löst sich schwer in kaltem, leicht in heissem Wasser, röthet Lackmus, wird von Chlor in Alloxan verwandelt; giebt mit Barytwasser einen veilchenblauen Niederschlag.

Bei der Einwirkung von sehr verdünnter Salpetersäure auf Harnsäure, nimmt die Uril-säure 1 At. Sauerstoff aus der Salpetersäure und 5 At. Wasser auf, um Alloxantin zu bilden (C_8 N_2 O_4 + O + 5 H O = C_8 H_5 N_2 O_{10}), während die gebildete Untersalpetersäure, sich in salpetrige Säure und Salpetersäure zerlegend, den Harnstoff der Harnsäure theils bindet, theils zersetzt.

Wird Alloxan mit Schwefelwasserstoff behandelt, so scheidet sich Schwefel aus, während sich der Wasserstoff mit dem Alloxan zu Alloxantin vereinigt, C_8 H_4 N_2 O_{10} + H = C_8 H_5 N_2 O_{10}.

Murexid, C_{12} H_6 N_5 O_8, *purpursaures Ammoniak*, kann auf sehr verschiedene Weise erhalten werden; am einfachsten bereitet man es durch Kochen von gleichen Theilen Uramil und Quecksilberoxyd mit 40 Th. Wasser unter Zusatz einer sehr geringen Menge Ammoniak; die purpurroth gefärbte Flüssigkeit wird filtrirt und setzt nach einiger Zeit Krystalle von Murexid ab. Aus Harnsäure kann dieser Körper dargestellt werden, wenn man dieselbe in verdünnter Salpetersäure auflöst, und die Flüssigkeit abdampft, bis sie zwiebelroth geworden ist; bis auf 70° erkaltet, wird sie mit verdünntem Ammoniak gesättigt, mit dem halben Volumen Wasser verdünnt und der Ruhe überlassen.

Das Murexid krystallisirt in kurzen, vierseitigen Prismen, wovon zwei Flächen cantharidengrün glänzen; im durchscheinenden Lichte sind die Krystalle granatroth; ihr Pulver ist braunroth, und wird unter dem Polirstahl grün metallglänzend; es ist in Alkohol und Aether unlöslich, wenig löslich in kaltem, leicht in heissem Wasser, von Kalilauge wird es mit indigblauer Farbe gelöst; von allen Mineralsäuren wird es zersetzt.

Bei der Darstellung des *Murexids* aus *Uramil* und *Quecksilberoxyd* nehmen 2 At. Uramil 3 At. Sauerstoff vom Quecksilber auf, und bilden 1 At.

Murexid, 1 At. *Alloxansäure* und 3 At. *Wasser* = (C_{16} H_{10} N_6 O_{12} + 3 O) = C_{12} H_6 N_5 O_8 + C_4 HN O_4 + 3 HO).

Bei der Auflösung der Harnsäure in verdünnter Salpetersäure wird hauptsächlich Alloxantin gebildet, welches beim Abdampfen durch Einwirkung der Salpetersäure sich zum Theil in Alloxan verwandelt; auf Zusatz von Ammoniak bildet sich dann Murexid; denn 1 At. *Alloxan*, 2 At. *Alloxantin* und 4 At. *Ammoniak* geben 2 At. *Murexid* und 14 At. *Wasser* = (C_8 H_4 N_2 O_{10} + C_{16} H_{10} N_4 O_{20} + H_{12} N_4) = (C_{24} H_{12} N_{10} O_{16} + H_{14} O_{14}).

Murexan, C_6 H_4 N_2 O_5, *Purpursäure*, wird durch Auflösen von Murexid in Kalilauge, Kochen und Uebersättigen mit verdünnter Schwefelsäure bereitet; es krystallisirt in seidenglänzenden Schuppen, löst sich nicht in Wasser und verdünnten Säuren, unverändert aber in concentrirter Schwefelsäure auf; ebenso wird es von Alkalien aufgelöst, ohne jedoch dieselben zu neutralisiren.

Bei der Behandlung des Murexids mit Alkalien oder mit Säuren werden 2 At. *Murexid* unter Aufnahme von 11 At. *Wasser* in 1 At. *Alloxan*, 1 At. *Alloxantin*, 1 At. *Murexan*, 1 At. *Harnstoff* und 2 At. *Ammoniak* zerlegt, denn (C_{24} H_{12} N_{10} O_{16} + H_{11} O_{11}) = (C_8 H_4 N_2 O_{10} + C_8 H_5 N_2 O_{10} + C_6 H_4 N_2 O_5 + C_2 H_4 N_2 O_2 + H_6 N_2).

Darstellung. Am besten stellt man die Harnsäure auf folgende Weise nach *Bensch* dar: der Koth von Schlangen oder Vögeln oder harnsäurereiche Harnsteine werden mit einer Lösung von 1 Th. Kalihydrat in 20 Th. Wasser gekocht, bis aller ammoniakalische Geruch verschwunden ist. Hierauf leitet man in die Lösung einen Strom Kohlensäure, bis die Flüssigkeit kaum noch alkalisch reagirt; das präcipitirte saure harnsaure Kali wird dann mit kaltem Wasser ausgewaschen, bis es sich anfängt aufzulösen; endlich wird nun dieses Kalisalz in Kalilauge gelöst, erwärmt und in erwärmte Salzsäure eingetragen, so dass die letztre immer im Ueberschuss bleibt; der Niederschlag ist reine Harnsäure.

Prüfung. Die Harnsäure besitzt so characteristische, von allen andern im Thierkörper vorkommenden Stoffen verschiedene Eigenschaften, dass sie kaum mit irgend einem andern Körper als höchstens dem Xanthin und Guanin (vergl. oben S. 174 und S. 176) verwechselt werden kann, allein von diesen lässt sie sich durch das Verhalten ihrer Alkalisalze gegen Kohlensäure und doppeltkohlensaure Alkalien sehr leicht und sicher unterscheiden. Hauptsächlich aber unterscheidet sich die Harnsäure von allen andern organischen Substanzen (ausser etwa Theeïn) durch die sogenannte Murexidprobe, d. h. durch den purpurrothen Rückstand, den ihre Lösung in Salpetersäure beim Verdunsten hinterlässt; nie dürfte jedoch die Anwendung von Aetzkali zu unterlassen sein, durch welches eine noch entschiedenere Reaction, d. h. jene prächtig purpurblaue Färbung hervorgebracht wird.

Indessen würden uns alle chemischen Mittel sehr häufig verlassen

und uns die Anwesenheit der Harnsäure völlig entgehen, wo in dem nur sparsam vorliegendem Untersuchungsobject nur geringe Spuren von Harnsäure enthalten sind, wenn wir nicht das auch für die physiologische Chemie unersetzbare Mikroskop besässen. Kein Körper bildet unter dem Mikroskop so charakteristische und so leicht bestimmbare Krystallformen, als die Harnsäure; keiner ist so geneigt, sich krystallinisch auszuscheiden; daher sie überall leicht und sicher erkannt werden kann, sobald man nämlich mit dem Gebrauche des Mikroskops und mit den verschiedenen Formen der Harnsäurekrystalle einigermassen vertraut ist. Allerdings aber scheint dem Anfänger die Krystallform der Harnsäure wahrhaft proteusartig zu sein, allein bei einiger Kenntniss der Krystallographie lässt sich eine Form sehr leicht aus der andern ableiten. Wir müssen jedoch hier auf die vortreffliche Analyse der Krystallogenese und Krystallographie der Harnsäure verweisen, wie sie *C. Schmidt*[1]) gegeben hat. Für den mit Krystallographie Vertrauten reicht es hin das Zeichen für die vollständige Combination des Harnsäurekrystalls zu geben: $\infty \breve{P}2.\ \infty P.\ \infty \overline{P}2.\ \infty \overline{P}\infty.\ 0P.$

Für den Laien in der Krystallographie bemerken wir, dass die Harnsäure, wenn sie sich allmälig aus Harn und zwar spontan ausscheidet, in den meisten Fällen in den sog. Wetzsteinformen erscheint, d. h. platte Tafeln bildet, die mit dem Doppelmesser durch stark biconvexe Linsen gemachten Durchschnitten gleichen oder rhombischen Tafeln, deren stumpfe Winkel abgerundet sind. Da die Harnsäure das Harnpigment besonders fest hält, so erscheinen diese Krystalle nur in den seltensten Fällen nicht gefärbt; sieht man eine ungewöhnliche Krystallform, den Krystall aber gelb gefärbt, so ist schon Wahrscheinlichkeit da, dass der Krystall aus Harnsäure bestehe. Scheidet man künstlich aus den harnsauren Salzen die Säure aus, so erscheint dieselbe oft in reinen rhombischen Tafeln öfter aber noch in sechsseitigen Platten (ähnlich dem Cystin); sehr langsam ausgeschieden bildet die Harnsäure auch lange rechtwinkliche Tafeln oder parallelopipedische Formen oder geradezu rechtwinklige vierseitige Prismen mit gerader Endfläche; letztere sind oft in Drusen zusammengruppirt; auch kommen sog. fassförmige oder cylinderförmige Säulenstücke vor, die aus den seltner erscheinenden elliptischen Tafeln gleichsam aufgethürmt sind, endlich auch noch sägenförmige oder gezahnte Krystalle und viele Abänderungen der genannten Formen. Glaubt man aus einer Form nicht mit Bestimmtheit

[1]) *C. Schmidt*, Entwurf pp. S. 28—34.

die Gegenwart der Harnsäure erschliessen zu können, so braucht man nur den Krystall in Kali aufzulösen und dann unter dem Mikroskop Essigsäure zuzusetzen; man wird dann immer die Entstehung der gewöhnlichern Formen beobachten.

Zur quantitativen Bestimmung der Harnsäure [1]) im Harn verwendet man am besten den Rückstand, welchen Alkohol ungelöst gelassen hat; derselbe wird ohne weiteres durch verdünnte Salzsäure von Erden u. dergl. befreit, so dass nur Harnsäure und Schleim zurückbleibt; von letzterem trennt man sie durch verdünnte Kalilauge, aus welcher die Harnsäure durch Essigsäure oder Salzsäure präcipitirt werden kann. Das der Harnsäure anhaftende Pigment hat auf die quantitative Bestimmung jener Säure einen kaum wägbaren Einfluss *(Heintz* [2]).

Schwieriger und bei weitem unzuverlässiger ist die quantitative Bestimmung der Harnsäure aus dem Blute oder andern eiweissartigen Flüssigkeiten; man verwende hierzu das klare Serum, und dampfe dasselbe, ohne vorher das geronnene Eiweiss abzufiltriren, zur Trockenheit ein; wollte man filtriren, so würde die ganze Procedur sehr lange aufgehalten werden, denn das geronnene Serum würde fast nur eine solide Masse feuchten Gerinnsels bilden, dessen Aussüssen selbst auf Zusatz von viel Wasser nicht zu ermöglichen wäre (siehe unten „quantitative Bestimmung des Albumins"). Den festen Rückstand des Serums extrahire man nun mit Alkohol und nachher mit heissem Wasser; da die Harnsäure in alkalischen Flüssigkeiten und also auch im Serum nur an Alkali gebunden sein kann, so wird sie immer in dem wässrigen Extracte sein; beim Verdunsten des wässrigen Extracts bilden sich meist Häute auf der Oberfläche der Flüssigkeit, die entfernt werden müssen aber deshalb gerade die Analyse ungenau machen; hat man den wässrigen Auszug bis auf ein sehr kleines Volumen concentrirt, so setze man Essigsäure in Ueberschuss zu; die Harnsäure scheidet sich alsdann, namentlich wenn deren Menge gering ist, sehr allmälig aus, mit ihr aber, wenn man unterlassen hat die Essigsäure in grossem Ueberschuss zuzusetzen, noch etwas Proteïnsubstanz, von deren Gegenwart unter den Harnsäurekrystallen man sich leicht durch das Mikroskop überzeugen kann. Dann filtrire man durch ein gewogenes Filter und wäge nach gehörigem Trocknen. Ganz derselbe Weg muss ein-

---

[1]) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 17.
[2]) *Heintz*, Müller's Arch. 1846 S. 383—389.

geschlagen werden, wenn man im Blute qualitativ die Harnsäure nachweisen will.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Harnsäure findet sich stets im Harn *gesunder Menschen* und zwar im Mittel zahlreicher von verschiedenen Seiten angestellter Versuche etwa zu 1 Promille. Bei gemischter Kost entleerte ich in 24 Stunden durchschnittlich 1,183 grm. Harnsäure, nach *Becquerel's* Untersuchungen, an 8 verschiedenen Personen angestellt, werden in 24 Stunden von einem gesunden Menschen nur 0,495 bis 0,557 grm. Harnsäure in 24 St. ausgeschieden.

Ich muss hier leider bemerken, dass die von mir angestellten, mühsamen Analysen meines eignen Harns nicht völlig als Vergleichsmaassstab mit anderm Harne dienen können, da ich schon damals, als ich jene Untersuchungen vornahm, an einer Gewebserschlaffung der linken Lunge litt.

Auch im Harn *fleischfressender Säugethiere* findet sich dieselbe, jedoch durchschnittlich in weit geringerer Menge, als in dem des Menschen. Im Harn der *Omnivoren* z. B. der Schweine haben weder *Boussingault*[1]) noch *von Bibra*[2]) Harnsäure entdecken können. Im Harn der pflanzenfressenden Säugethiere ist (ausser von *Brücke*[3]) noch nie diese Säure gefunden worden; dagegen kommt sie im Harn noch säugender Kälber nach Wöhler in nicht unbedeutender Menge vor (vergl. oben S. 201). Der eigentliche Harn der Vögel, fleischfressender sowohl als pflanzenfressender, so wie der der Schlangen (welcher bekanntlich mit den festen Excrementen, bei den Schlangen oft auch ohne dieselben, entleert wird) besteht fast nur aus harnsauren Salzen. Im Harn der *Schildkröten* haben *Marchand*[4]) und ich Harnsäure nachgewiesen, *Taylor*[5]) im Harn des *Leguana*. Dass die rothen Excremente der *Schmetterlinge* wesentlich aus harnsauren Alkalien bestehen, ist eine längst bekannte Sache, ebenso dass die Excremente vieler *Käfer* dieselbe enthalten; ich habe sie aber nicht blos in den Excrementen vieler *Raupen*[6]) gefunden, sondern auch in grössern Mengen in jenen Gefässen der Raupen, welche die vergleichenden Anatomen Gallengefässe zu nennen pflegen.

---

[1]) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 15, p. 97—114.
[2]) *von Bibra*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 98—112.
[3]) *Brücke*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 25, S. 254.
[4]) *Marchand*, ebendas. Bd. 35, S. 244—247.
[5]) *Taylor*, Phil. Magaz. T. 28, p. 36—46.
[6]) *Lehmann*, Jahresb. d. phys. Ch. 1844 S. 25.

Bekannt ist, dass der sogenannte Guano aus den Excrementen von Strandvögeln hervorgeht, und nicht blos auf den Inseln der Südsee (besonders bei Chile), sondern auch an den Küsten Afrikas und selbst Englands gefunden wird.

Im Harn des Löwen fand *Hieronymi*[1]) nur 0,022% Harnsäure; *Vauquelin*[2]) konnte gar keine Harnsäure darin finden.

Die *Art der genossenen Nahrungsmittel* ist auf die Menge der excernirten Harnsäure von weit geringerm Einfluss als auf die des Harnstoffs. Während ich bei gemischter Kost[3]) in 24 St. durchschnittlich 1,1 grm. Harnsäure entleerte, wurde bei animalischer Kost 1,4 und bei vegetabilischer 1,0 grm. derselben ausgeschieden.

Da *Haut-* und *Nierenthätigkeit* in einiger Wechselwirkung stehen, so könnte man wohl erwarten, dass eine gesteigerte Hautthätigkeit eine Verminderung der Harnsäure im Harn hervorbringen könne; deshalb will *Fourcroy*[4]) den Harn eines Mannes im Winter reichhaltiger an Harnsäure gefunden haben, als im Sommer, und *Marcet*[5]) behauptet, dass nach heftigem Schwitzen der Harn weniger Harnsäure enthalte. *Schultens*[6]) fand in Holland, wo wegen der grössern Feuchtigkeit der Luft die Hautausdünstung vermindert ist, 0,21 bis 0,67% Harnsäure; deshalb soll auch in Tropenländern die Lithiasis ganz unbekannt sein. Alle diese Versuche beweisen aber nichts, da es den Zahlen durchaus an einem Vergleichsmasstabe fehlt.

Gewöhnlich hat man nur den Morgenharn untersucht, in dem ich selbst zuweilen 0,878% Harnsäure gefunden habe; Versuche über die relativen Quantitäten der excernirten Harnbestandtheile können nur etwas bedeuten, wenn sie an einer Person und mit dem täglich hintereinander gelassenen Urine angestellt worden sind. Ich habe mich bemüht, bei obigen Grundlagen zu Resultaten über die Harnentleerung unter verschiedenen Verhältnissen zu gelangen, habe aber nichts weiter gefunden, als *dass im Winter zwar mehr Wasser durch die Harnblase entleert wird, aber im Sommer bei anhaltendem Schwitzen nicht weniger und nicht mehr feste Bestandtheile und insbesondere Harnsäure als im Winter.* Ich unterlasse es daher, hier die Zahlenverhältnisse anzuführen.

Die Harnsäure pflegt aber im Harn durch ganz andre Verhältnisse vermehrt zu werden, und zwar absolut und relativ. Auf eine Vermehrung des Harnsäuregehalts des Harns wirkt zunächst *gestörte* oder *unvollkommne Verdauung* hin.

---

[1]) *Hieronymi*, Jahrb. d. Ch. u. Phys. Bd. 3, S. 322.
[2]) *Vauquelin*, Schweigg. Journ. Bd. 5, S. 175.
[3]) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. a. a. O.
[4]) *Fourcroy*, Syst. de Connaiss. chim. T. 10, p. 236.
[5]) *Marcet*, chem. Unters. üb. Harnstein.
[6]) *Schultens*, N. Gehlen's Journ. Bd. 3, S. 4.

So bemerkte ich an mir und an einigen andern Personen, dass, wenn kurz vor dem Schlafengehen schwerverdauliche Speisen oder nicht sehr aromatisirte Spirituosa genossen worden waren, der Morgenharn stets ein nicht unbedeutendes Sediment absetzte. Während nämlich im normalen Zustande das Verhältniss der Harnsäure zu Harnstoff = 1 : 28 bis 30 ist, fand ich im Harn, der nach Indigestion gelassen worden, das Verhältniss 1 : 23 bis 26, und das Verhältniss der Harnsäure zu den übrigen festen Bestandtheilen, welches ungefähr 1 : 60 ist, = 1 : 41 bis 52, so dass also der Harnsäuregehalt hier nicht nur auf Kosten des Harnstoffs, sondern auch der übrigen festen Bestandtheile des Harns vermehrt erscheint. Bei dem auffallendsten Verhältnisse fand ich nämlich in 100 Th. des festen Rückstands 2,4 Harnsäure, 35,2 Harnstoff und 62,4 andrer fester Bestandtheile; demnach waren letztere absolut vermehrt in jenem Urine enthalten.

Hiernach dürfte es also nicht wunderbar erscheinen, wenn wir in vielen jener Fälle, wo die ältern Aerzte Stockungen im Pfortadersysteme, Hämorrhoiden und Arthritis diagnosticirten, eine Vermehrung der Harnsäure im Harn finden.

Eine Vermehrung der Harnsäure im Harn findet sich constant bei dem Symptomencomplexe, den man Fieber zu nennen pflegt, möge sich die Harnsäure ausscheiden oder gelöst bleiben; denn aus der Bildung eines Sediments ist keineswegs auf die Menge der in einem Harn enthaltenen Harnsäure zu schliessen.

Becquerel's [1]) hierauf bezügliche Resultate kann ich durch eigne Erfahrungen vollkommen bestätigen.

Das Sediment, welches sich im Fieber und fast allen von heftigem Fieber begleiteten Krankheiten aus dem sauren Harne absetzt, ist lange Zeit seiner chemischen Natur nach verkannt worden. Ursprünglich hielt man es für ein Präcipitat amorpher Harnsäure, später (und fast noch heute) wurde es allgemein für harnsaures Ammoniak gehalten. Dasselbe besteht aber, wie ich [2]) und *Heintz* [3]) ausführlich nachgewiesen haben, im Wesentlichen aus harnsaurem Natron, dem nur sehr geringe Mengen harnsauren Kalks und Ammoniaks beigemengt sind. Dieses Sediment ist von jedem andern Harnsedimente sehr leicht und schnell zu unterscheiden und zwar einestheils durch das Mikroskop, andern Theils aber durch gelindes Erwärmen; unter dem Mikroskope zeigt es allerdings wenig characteristisches: es bildet feine Körnchen, die bald in unregelmässigen Haufen, bald in den Körnchenzellen ähnlichen Conglomeraten zusammengelagert sind, bald aber auch gleich-

---

[1]) *Becquerel*, Semeïotique des Ur. Deutsch. S. 126 — 180 u. 40 — 50.

[2]) *Lehmann*, Jahresber. d. phys. Ch. 1844 S. 26.

[3]) *Heintz*, Müller's Arch. 1845 S. 230 — 261.

förmig in dem mikroskopischen Objecte vertheilt sind; da Zusatz einer stärkern Säure alsbald die charakteristischen Formen der Harnsäure ausscheidet, so ist eine Verwechslung mit irgend einem andern Harnsedimente nicht denkbar. Noch leichter erkennt man aber dieses harnsaure Natron daran, dass es schon bei 50° sich in dem Harne vollständig zu einer limpiden Flüssigkeit auflöst.

Es würde ebenso überflüssig als langweilig sein, die von *Becquerel*, mir und *Heintz* gegen *Bird*, der jenes Sediment immer noch für harnsaures Ammoniak hält, geltend gemachten Gründe hier wiederzukäuen, da die Sache an und für sich völlig klar ist. Hier bemerke ich nur, dass, wie ich längst gefunden und *Liebig* bestätigt hat, im Harn fast gar kein Ammoniak vorkommt, und dass nach *Heintz's* directer Analyse des Sediments sich kaum 1% Ammoniak darin nachweisen lässt.

Man hat ferner darüber, dass die Harnsäure im Harn nicht frei, sondern an Alkalien gebunden vorkomme, sehr viel Worte gemacht; allein man braucht nur die Eigenschaften der Harnsäure und ihrer Salze, wie wir sie oben beschrieben haben, einigermassen zu kennen, um die Verwunderung über die Gegenwart eines harnsauren Salzes in einer sauren Flüssigkeit schwinden zu lassen und die Gegenwart sauren harnsauren Natrons ganz natürlich zu finden. Dass unter andern phosphorsaures Natron die Harnsäure aufzulösen vermöge und dabei neben saurem harnsaurem Natron saures phosphorsaures entstehe, haben *Ure* [1]) und *Lipowitz* [2]) zuerst bemerklich gemacht, *Liebig* aber später sehr hervorgehoben. *Berzelius* [3]) bemerkt aber, dass es sehr wenige Alkalisalze gebe, in welchen sich die Harnsäure nicht leichter löse, als in Wasser, wobei sich freilich die Harnsäure meistens wieder als solche und nicht als saures Alkalisalz ausscheidet; ich habe aber (a. a. O.) besonders darauf aufmerksam gemacht, dass auch aus milchsauren und andern organischsauren Alkalien die Harnsäure Natron zu entlehnen vermag und der vorher neutralen Flüssigkeit unter Bildung saurer Salze saure Reaction ertheilt; das harnsaure Natron scheidet sich dann aus reinem Gemische krystallinisch, aus extractivstoffhaltigem aber amorph (wie aus dem Harne) aus und löst sich ebenfalls beim Erwärmen bis zu 50° sehr leicht wieder auf.

Das Erscheinen jenes Sediments von harnsaurem Natron (*Prout's* amorphous and impalpable, yellow sediment) ist an sich durchaus nicht für pathologisch zu halten; es ist nichts weiter als eine Vermehrung des normal im Harne vorkommenden Salzes, welche durch einfache physiologische Verhältnisse bedingt wird. Wir sehen daher solche Sedimente besonders dann entstehen, wenn der Austausch der Gase in den Lungen aus irgend welchem Grunde nicht gehörig von Statten geht,

---

[1]) *Ure*, Froriep's N. Not. Bd. 20, S. 164.
[2]) *Lipowitz*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 38 S. 351.
[3]) *Berzelius*, Jahresber. 26, S. 873.

oder wenn wegen Störungen des Kreislaufs das Blut nicht leicht die Lungengefässe durchströmen kann. Desshalb ist schon ein solches Sediment bei Mangel an gehöriger Bewegung bei Menschen und Thieren zu bemerken; die reissenden Thiere, die sonst so wenig Harnsäure entleeren, lassen nach längerer Gefangenschaft häufig einen sedimentirenden Harn, der namentlich öfter noch beobachtet wird, wenn sie in Käfigen erzogen osteomalacisch werden. Bei vollkommen ausgebildetem Emphysem, oder selbst wenn nur ein Theil der Lunge etwas von seiner Elasticität verloren hat, gehört ein sedimentirender Harn zu den gewöhnlichsten Erscheinungen. Herzleiden, Lebervergrösserungen u. dergl. sind mit Störungen des Kreislaufs verbunden und bedingen daher einen sedimentirenden Harn; diese Leiden sind es hauptsächlich, die man mit dem Namen von Hämorrhoiden, Gicht und dergleichen unlogischen, ontologischen Namen belegt hat. Grössere Massen ausgeschiedenen harnsauren Natrons kann man in keiner Krankheit finden, als bei der eigentlichen granulirten Leber, die natürlich nie ohne bedeutende Störungen des Kreislaufs vorkommen kann. Auch im Fieber selbst tritt ein Missverhältniss zwischen Respiration und Kreislauf ein, und desshalb Vermehrung der Harnsäure des Harns; denn nur Chemiker konnten zu dem Wahne verleitet werden, im Fieber werde dem Blute zu viel Sauerstoff zugeführt und es sei von einem zu jähen Oxydationsprocesse begleitet. Man vergleiche mit diesen Erfahrungen *Becquerel's* ausgedehnte Untersuchungen über Harn in Krankheiten.

Bird[1]) und viele andere behaupten, dass in der Gicht eine vermehrte Ausscheidung von Harnsäure stattfinde; ich muss aber meinen eigenen Erfahrungen nach *Garrod*[2]) völlig beistimmen, welcher die Harnsäure im Harn bei der acuten Gicht vor dem Paroxysmus, stets aber bei chronischer Gicht (als welche ich nur solche, die mit Ablagerungen in den Gelenken verbunden war, gelten liess) constant und erheblich vermindert fand; im Rheumatismus dagegen, besonders in dem acuten der Gelenke, ist, worin alle Beobachter übereinstimmen, der Harnsäuregehalt des Harns in der That sehr vermehrt.

Freie Harnsäure wird übrigens im frischentleerten Harn höchst selten gefunden, und doch hält man das Erscheinen freier Harnsäure im Harn gewöhnlich für ein Zeichen eines besonders heftigen krankhaften Processes. Ich habe aber niemals in ganz frischem Harne

---

[1]) *Bird*, Harnsedimente, Handbibl. d. Ausl. S. 42.

[2]) *Garrod*, Lond. med. Gaz. V. 31, p. 88.

bereits ausgeschiedene Harnsäurekrystalle finden können, so oft man dieselben auch in einem Harne, der eine Stunde oder länger gestanden hat, beobachten kann. In der grossen Mehrzahl der Fälle bildet sich nämlich erst die Harnsäure aus dem harnsauren Natron, nachdem der Harn der Atmosphäre ausgesetzt war und zwar vermittelst jenes Processes, den *J. Scherer*[1]) so sorgfältig studirt hat, der sauren Harngährung; die verschiedenen Harnsorten und besonders der gesunde und fieberhafte Harn unterscheiden sich nur dadurch, dass die eine mehr Elemente in sich enthält, durch welche die Milchsäurebildung hervorgerufen und befördert wird. Wir werden auf diese schöne Untersuchung *Scherer's* weiter unten zurückkommen. Freie Harnsäure unmittelbar aus der Blase mit dem Harn entleert habe ich nur gesehen bei sog. Steindiathese oder bei bereits vorhandenem Harngries.

Harnsaures Ammoniak findet sich sogar in alkalischem Harne als Sediment sehr selten und zwar dann in weissen, undurchsichtigen Körnchen, die, wie oben erwähnt, unter dem Mikroskop in dunkeln, nur hie und da mit Krystallnadeln besetzten Kugeln erscheinen. Diese finden sich fast nur in solchem Harn vor, welcher bereits der alkalischen Gährung durch langes Stehen an der Luft unterlegen hat. Selbst in alkalischem Harn, der von Kranken gelassen wurde, die an Rückenmarksleiden und daraus hervorgehender Blasenlähmung litten, habe ich solche Drusen harnsauren Ammoniaks nur sehr selten gefunden. Im alkalischen Harn, wie er bei andern Zuständen gelassen wird, sind sie nicht enthalten.

Gleich dem Harnstoff findet sich die Harnsäure auch im Blute; sie ist daselbst sowohl im gesunden als krankhaften Zustande und besonders nach Exstirpation der Nieren von *Strahl* und *Lieberkühn*[2]) so wie neuerdings von *Garrod*[3]) gefunden worden. Der letztere fand sie im Blute constant vermehrt bei der Arthritis (nicht bei acutem Gelenk-Rheumatismus), weniger constant bei Bright'scher Krankheit.

Die Erfahrungen dieser Forscher kann ich nach eignen Untersuchungen grösstentheils bestätigen. Zuerst wurde ich von der Gegenwart der Harnsäure im Blute der Fleischfresser zufällig überzeugt, als ich das Blut eines sehr grossen Fleischerhundes, der in Folge einer ihm von mir angelegten künstlichen Magenfistel verendete; das Serum war unter Hülfe von Essigsäure durch Kochen von Albumin befreit worden; die stark eingedampfte filtrirte Flüssigkeit ward mit

---

[1]) *Jos. Scherer*, Untersuch. S. 1—17.

[2]) *Strahl* und *Lieberkühn*, Harnsäure im Blut u. s. w. Berlin 1848.

[3]) *Garrod*, Lond. med. Gaz. V. 31, p. 88.

Alkohol extrahirt, um darin Harnstoff zu suchen; der in Alkohol unlösliche Rückstand zeigte unter dem Mikroskop die unverkennbarsten Krystalle von Harnsäure; hierdurch aufmerksam gemacht, untersuchte ich das Blut zweier andern Hunde und überzeugte mich nach der eben angeführten Methode der Analyse ausser durch das Mikroskop auch durch die Murexidprobe von der Gegenwart der Harnsäure. *Garrod* will die Harnsäure auch im Blute gesunder Menschen öfter gefunden haben, was jedoch *Strahl* und *Lieberkühn* ebensowenig im Blute der Menschen als der Vögel gelang; nur einmal fanden sie Harnsäure im Blute eines Hundes; sehr bestimmt und oft wiesen sie aber nach Nierenexstirpation im Blute von Fröschen, Hunden und Katzen die Harnsäure nach. *Garrod* fand im Serum des Blutes Gichtkranker 0,005%, 0,004% und in einem Falle sogar 0,0175% Harnsäure. Bei acutem Gelenkrheumatismus konnte *Garrod* nur Spuren von Harnsäure im Blute entdecken; bei Bright'scher Krankheit fand er dagegen die Harnsäure des Blutes in sehr variabeln Mengen (in 100 Th. Serum = 0,0037, 0,0055, 0,0012 und 0,0027 Th.).

In Deutschland wird sich weniger Gelegenheit bieten, Garrod's Angaben über die quantitativen Verhältnisse der Harnsäure im Blute Gichtkranker nachzuprüfen, da man hier am allerwenigsten in der Gicht wagen wird, dem Kranken solche Massen Blut zu entziehen, wie sie *Garrod* zu seinen Untersuchungen verwendete; er nahm zur Analyse nie weniger als 2 Pfund Blut.

Sehr oft ist das harnsaure Natron in den sog. Gichtknoten gefunden worden.

Wollaston, Laugier, Wurzer, Pauquy und *Bor* haben solche Gichtknoten analysirt. Die Angaben dieser Beobachter kann ich nach den wenigen Fällen, die ich beobachtet habe, vollkommen bestätigen; die Concremente bilden meistens gelblichweisse, hie und da ziegelroth gesprenkelte, weiche, an der Luft erhärtende Massen, welche unter dem Mikroskop die schönsten Krystallbüschel von harnsaurem Natron zeigen.

Wolf[1]) giebt an, im Schweisse von Arthritikern Harnsäure gefunden zu haben; trotz mehrfacher Versuche bin ich nicht so glücklich gewesen, in ähnlichen Fällen Harnsäure aufzufinden.

Leider ist der Begriff *Gicht* in der Medicin ein so vager, dass es vielleicht besser wäre, ihn vorläufig aus der Wissenschaft ganz zu verbannen. Die Pathologen pflegen darum von dem Chemiker Aufschluss über jene wunderbare Krankheit zu verlangen; allein sie hätten erwägen sollen, dass sie erst dem Chemiker mit einer genauern Begriffsbestimmung entgegenkommen mussten, ehe sie von diesem Aufklärung über jene noch so räthselhafte Krankheit erwarten konnten. Sehen wir aber auch ab davon, dass uns die Pathologen trotz vieler ungerechtfertigter Behauptungen noch keinen wesentlichen Unterschied zwischen Gicht und Rheumatismus kennen gelehrt haben, so beweist uns auch die pathologische Anatomie, dass die Symptomengruppe, welche man jener Krankheit gewöhnlich als eigenthümlich zuschreibt, sehr verschiedene Erfolge im Betreff der Gewebsveränderungen haben kann, die wir in den Leichnamen finden. Am gewöhnlichsten finden wir Knochenkrankheiten und zwar bei Personen im Jugend- oder

[1]) *Wolf*, Diss. sist. casum Calculositatis. Tub. 1817.

Mannesalter Osteomalacie, wobei die Knochen ärmer an Erden und daher biegsamer werden; oft auch ist Osteoporose oder Osteospathyrose die Folge der Gicht, wo neben den Erden auch Knorpel resorbirt ist; allein in dieser Resorption kann das Wesentliche nicht liegen, denn oft ist selbst an einem und demselben Knochen neben Porose auch Sklerose zu finden; die Umwandlung des Knochens hängt bekanntlich nur von der Natur des gesetzten Exsudats ab; war dasselbe mehr consistent (fibrinös?), so wird es callusähnlich, es lagert sich geradezu mehr Knochenerde ab und die betreffende Stelle wird sklerotisch; war es flüssig, so findet Resorption statt, und der Erfolg ist Osteoporose; war es zur Zersetzung geneigt und wird es jauchig, so kann Caries so wie Pyämie entstehen. Leider sind aber diese Knochenveränderungen der Gicht nicht eigenthümlich; denn sie stellen sich ebensowohl nach rein localen Ursachen ein, als nach andern Allgemeinleiden, z. B. hauptsächlich der Syphilis. Die Knochenaffection, so constant sie in der Gicht, wenn wir den engsten Begriff damit verbinden, auch beobachtet wird, giebt uns ebenfalls keinen festen Anhalt; wir müssten daher zu den Tophis und Nodis unsre Zuflucht nehmen, allein die erdhaltigen kommen auch ohne Gicht vor; und es bliebe uns nichts das Wesen der Gicht bezeichnendes übrig, als die aus harnsaurem Natron bestehenden Concremente, allein wie selten kommen diese vor und wie weit muss schon das Uebel gediehen sein, ehe hiernach sich eine bestimmte Diagnose stellen lässt! Die Ansammlung grösserer Mengen von Harnsäure im Blute allein ist auch ohne Bedeutung, da nach *Garrod* dieselbe auch bei Bright'scher Krankheit beobachtet wird. Mit einem Worte, wir kennen das Wesen der Arthritis noch nicht; soll dieses durch physiologisch-chemische Forschungen eruirt werden, so dünkt uns der einzige Weg, der vielleicht zum Ziele führen kann, zunächst das Verhältniss zu erforschen, in welchem die chemische Constitution des Blutes und Harnes zu den genannten Knochenkrankheiten und zu der Osteomalacie insbesondere steht. Weniger passend und weniger einer nüchternen Naturforschung angemessen scheint es uns, wenn man auf einem vorgefassten und noch dazu missverstandenen Satze fussend, weitläufig über die Analogie von „Gicht, Gries und Stein" philosophirte; die aprioristischen Erklärungen krankhafter Processe, wie sie die organisch-chemische Richtung in der Medicin versucht hat, sind zum grössten Theil in Nichts zerronnen, da man ohne Physiologie, ohne pathologische Anatomie die Medicin nach subjectiv-chemischen Ansichten restauriren zu können wähnte. Die fingirte Oxydation der Blutbestandtheile, durch welche die Schwindsucht ebenso gut als die Gicht und Harnsteinbildung ihre Erklärung finden sollte, ist nicht jenes leichte Mittel, durch welches allein specifische Krankheiten oder einzelne wohlcharakterisirte pathologische Processe eine wissenschaftlich ausreichende Erklärung finden könnten; denn *es giebt keine acute Krankheit und nur wenige chronische, bei welcher nicht die Oxydation der Blutbestandtheile vermindert oder gehemmt wäre.* Der Beweis für diese Behauptung wird uns (im 2ten Th. dieses Werks) ebenso leicht werden, als der Beweis dafür, *dass es keine Krankheit mit zu jäher, zu rapider Oxydation des Blutes giebt.*

Ursprung. Wenn wir bereits in dem Obigen (S. 173) angedeutet haben, dass der Harnstoff zum Theil aus der Harnsäure hervor-

gehe, so kann kein Zweifel sein, dass die Harnsäure gleich dem Harnstoff den excrementiellen Stoffen beizuzählen ist. Obgleich arithmetisch der Beweis noch nicht geliefert ist, dass der Harnstoff im menschlichen Harn im umgekehrten Verhältniss zur Harnsäure stehe, d. h. dass mit Zunahme der Harnsäure sich eine entsprechende Verminderung des Harnstoffs zeige, so geben doch unter anderen *Becquerel's* Zahlenresultate wenigstens ein annäherndes Verhältniss. Diess kann aber wohl auch nicht anders als annähernd sein, da der Harnstoff sicher nicht lediglich aus der Harnsäure gebildet wird. Die neuern Erfahrungen von *Wöhler* und *Frerichs* [1]), welche Harnsäure theils von den ersten Wegen, theils von den Venen aus in den Organismus brachten, und nachher im Harn den Harnstoff und oxalsauren Kalk vermehrt fanden, beweisen mit ziemlicher Evidenz, dass die Harnsäure im thierischen Organismus in ganz ähnlicher Weise zersetzt wird, wie sie künstlich durch Bleihyperoxyd in Harnstoff und Oxalsäure zerfällt. Entsteht nun aber der Harnstoff aus der Harnsäure durch theilweise Oxydation der letztern, so muss, wenn diese einigermassen behindert ist, auch weniger Harnstoff und mehr Harnsäure von den Nieren ausgeschieden werden, und es ergiebt sich somit ganz von selbst, warum bei Fiebern und andern Störungen des Kreislaufs und der Respiration eine Vermehrung der Harnsäure im Harn gefunden werden muss; wir haben gesehen, dass in gleichen Zuständen der oxalsaure Kalk und die Milchsäure sich aus einem ganz ähnlichen Grunde vermehren, und, ohne geradezu sog. grob chemische Ansichten in die Wissenschaft des generellen Lebens einführen zu wollen, dünkt uns nichts einfacher und der Natur entsprechender, als diese Erklärung der Entstehung und Vermehrung der Harnsäure. Die Harnsäure selbst betrachten wir als einen Stoff, der auf der Leiter der herabsteigenden Stoffmetamorphose nur eine Staffel höher steht, als der Harnstoff. Ein speciellerer Nachweis der Stoffe, aus denen sie selbst erst hervorgeht, und der Orte, wo sie gebildet wird, lässt sich nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht geben.

Die Sedimente harnsauren Natrons sind es, die man gemeiniglich zu den kritischen Ausleerungen zählte. Eine rationelle Medicin konnte sie nicht mehr nach der hippokratischen Lehre für wirkliche Entscheidungsmittel der Krankheiten ansehen, sondern vielmehr nur als zufällige Erscheinungen oder nothwendige Folgen gewisser Processe betrachten. Wir halten jetzt die Krisen für nichts anderes, als reichlichere Abscheidungen von Excretionsstoffen, welche

[1]) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 338—342.

statthaben müssen, nachdem die während des Fiebers unbrauchbar gewordenen und bei mehr oder weniger gehemmter Function der Excretionsorgane im Blute angesammelten Stoffe mit einem Male zur vollständigen Ausscheidung vorbereitet und durch die gewöhnlichen Ausflusscanäle an die Aussenwelt abgegeben werden.

Inosinsäure. $C_{10}\ H_6\ N_2\ O_{10}.\ HO.$

Chemisches Verhalten.

Vorkommen. Diese Säure ist nicht krystallisirbar, sie bildet eine syrupöse Flüssigkeit, die durch Alkohol in eine feste, harte Masse verwandelt wird, löst sich leicht in Wasser, nicht in Alkohol und Aether, röthet Lackmus stark, schmeckt aber angenehm fleischbrühartig, zersetzt sich beim Erhitzen und zum Theil schon beim Sieden der Lösung.

Zusammensetzung. Nach obiger Formel, welche *Liebig*[1]), der Entdecker dieser Säure, aus seiner Analyse des Barytsalzes abgeleitet hat, besteht diese Säure aus:

Kohlenstoff	10 At.	32,787
Wasserstoff	6 „	3,279
Stickstoff	2 „	15,300
Sauerstoff	10 „	43,716
Wasser	1 „	4,918
		100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 2175,0; Sättigungscapacität derselben = 4,597. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Säure kein einfaches Oxyd eines ternären Radicals ist, sondern vielmehr nähere Bestandtheile enthält; allein ihre Umwandlungsproducte sind noch so wenig untersucht, dass man weder den Paarling noch die eigentliche Säure in ihr muthmassen kann. *Liebig* macht darauf aufmerksam, dass man sie aus 1 Aeq. Essigsäure, 2 Aeq. Oxalsäure und 1 Aeq. Harnstoff zusammengesetzt betrachten könnte.

Verbindungen. Die inosinsauren Alkalien sind in Wasser löslich, krystallisirbar und verbreiten beim Erhitzen auf Platinblech einen starken und angenehmen Geruch nach gebratenem Fleische.

Inosinsaures Kali, $KO.\ C_{10}\ H_6\ N_2\ O_{10} + 7\ HO$, lange, feine, vierseitige Prismen; wird zu einer concentrirten, wässrigen

---

[1]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 325—335.

Lösung Alkohol gesetzt, so scheidet es sich in feinen perlmutterglänzenden Blättchen aus.

Inosinsaurer Baryt, $BaO.\ C_{10}\ H_6\ N_2\ O_{10} + 7\ HO$, vierseitige, perlmutterglänzende Blättchen, die nach dem Trocknen wie polirtes Silber glänzen, verwittert leicht, löst sich schwer in kaltem Wasser, leicht in heissem, nicht in Alkohol. Beim Sieden schlägt sich ein Theil des bei 70° gelösten Salzes wieder nieder und zwar im Form eines Harzes.

Inosinsaures Kupferoxyd, hellblau, amorph, selbst in Essigsäure unlöslich.

Inosinsaures Silberoxyd, amorph, weiss, in reinem Wasser ein wenig löslich.

Darstellung. Die Mutterlauge der Fleischflüssigkeit, aus welcher das Kreatin auskrystallisirt ist (vergl. oben S. 139), wird allmälig mit Alkohol versetzt, bis sie sich milchig trübt, worauf sich nach einigen Tagen gelbe oder weisse, körnige, blättrige oder nadelförmige Krystalle von inosinsaurem Kali und Baryt mit eingemengtem Kreatin absetzen. Zu der heissen wässrigen Lösung dieser Krystalle wird Chlorbaryum gesetzt, worauf nach dem Erkalten inosinsaurer Baryt sich abscheidet, der durch Umkrystallisiren rein erhalten wird. Durch Zerlegung dieses Salzes mit Schwefelsäure oder des Kupfersalzes mit Schwefelwasserstoff wird die Säure rein erhalten.

Prüfung. Die Entdeckungsweise würde sich bei dieser noch so wenig bekannten Säure hauptsächlich auf die Elementaranalyse stützen müssen.

Physiologisches Verhalten.

Liebig hat bis jetzt diese Säure nur in den Flüssigkeiten des Fleisches gefunden. Ueber die Entstehung dieser Säure lässt sich nach den wenigen uns vorliegenden Factis nichts bestimmen. Ihrem grossen Sauerstoffgehalte nach ist sie als Zersetzungsproduct untauglich gewordener Gewebstheile zu betrachten.

Glykocholsäure. $C_{52}\ H_{42}\ N\ O_{11}.\ HO$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, welche vorzugsweise auch *Gallensäure* oder *Cholsäure* genannt worden ist, bildet äusserst feine

Nadeln, die bei 136° noch unverändert bleiben; sie schmeckt bitterlich süss, löst sich in 120,5 Th. heissem und 303 Th. kaltem Wasser, leicht in Weingeist, nur wenig in Aether; aus der alkoholischen Lösung krystallisirt sie beim Verdunsten nicht, sondern scheidet sich als harzähnliche Masse aus, dagegen setzt sie sich aus der mit Wasser vermischten weingeistigen Lösung beim allmäligen Verdunsten in der Luft in Krystallen ab; die wässrige Lösung dieser Säure röthet Lackmus stark. Von concentrirter Essigsäure, kalter Schwefelsäure und Salzsäure wird sie unverändert aufgelöst.

Die wässrige Lösung dieser Säure wird durch Säuren, neutrales essigsaures Bleioxyd, Quecksilberchlorid und salpetersaures Silberoxyd nicht gefällt, in Alkalien ist sie leicht löslich und wird daraus durch Säuren harzartig gefällt; beim Stehen, besonders auf Zusatz von etwas Aether wird der harzartige Niederschlag krystallinisch. Ist die Säure als Salz an Alkali gebunden in Lösung, so giebt Chlorbaryum keinen Niederschlag, wohl aber Bleioxyd-, Kupferoxyd- und Eisenoxydsalze; durch salpetersaures Silberoxyd entsteht dann noch aus sehr verdünnten Lösungen ein gallertartiger Niederschlag, welcher beim Erwärmen sich wieder auflöst, beim Erkalten aber sich allmälig krystallinisch ausscheidet. Wird diese Säure längere Zeit mit Kalilauge gekocht oder besser noch mit Barytwasser, so zerfällt sie in die stickstofffreie Cholsäure und Glycin (vergl. oben S. 157). Durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure wird sie in Choloidinsäure und Glycin zerlegt (*Strecker*[1]).

Mit Schwefelsäure und Zucker oder Essigsäure zeigt die Gallensäure ganz dieselbe Reaction wie die Cholsäure (vergl. oben S. 128).

Kocht man Glykocholsäure längere Zeit mit Wasser, so wird sie darin völlig unlöslich und scheidet sich in Bruchstücken von 6seitigen Tafeln aus; *Strecker* hat diese Säure *Paracholsäure* genannt, da sie ausser ihrer Krystallform und Unlöslichkeit in Wasser alle Eigenschaften mit der in Nadeln krystallisirenden (von *Strecker* Cholsäure genannten) Glykocholsäure gemein hat.

Zusammensetzung. Aus zahlreichen Analysen der Glykocholsäure und ihrer Salze hat *Strecker*[2]) für dieselbe obige Formel abgeleitet, nach welcher sie besteht aus:

---

[1]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 1—43.

[2]) Ders., ebendas. Bd. 65, S. 1—37.

Kohlenstoff	52	At.	67,097
Wasserstoff	42	,,	9,032
Stickstoff	1	,,	3,011
Sauerstoff	11	,,	18,925
Wasser	1	,,	1,935
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Säure = 5700,0; Sättigungscapacität derselben = 1,754. Dass diese Säure eine gepaarte Säure ist, kann um so weniger bezweifelt werden, als wir bereits einerseits eine andre Säure kennen, aus welcher durch Säuren derselbe stickstoffhaltige Körper, das Glycin, ausgeschieden wird, nämlich die Hippursäure, andrerseits aber uns eine andere Säure bekannt geworden ist, aus welcher durch Säuren dieselbe stickstofflose Säure, die Cholsäure, abgelöst wird unter Bildung eines andern Körpers, des Taurins (dieses vertritt nämlich in der Taurocholsäure die Stelle des Glycins in der Glykocholsäure). Wir können jedoch auch in der Glykocholsäure nicht das Glycin, so wie wir es im isolirten Zustande kennen, als Paarling der Cholsäure betrachten, sondern nehmen vielmehr an, dass der eigentliche Paarling der Cholsäure, ganz wie bei der Hippursäure, während seiner Trennung eine Umänderung erleide, so dass er das uns bekannte Glycin bildet. Ganz wie bei der Hippursäure betrachten wir jenen Paarling als einen dem Fumaramid isomeren Atomencomplex, wornach dann die rationelle Formel der Glykocholsäure ist = $C_4\ H_3\ NO_2$. $C_{48}\ H_{39}\ O_9$. HO.

Verbindungen. Die Glykocholsäure bildet mit Alkalien und alkalischen Erden leicht lösliche Salze; die Verbindungen mit den Oxyden schwerer Metalle sind dagegen unlöslich; nur das glykocholsaure Silberoxyd löst sich in siedendem Wasser.

Glykocholsaures Natron, NaO. $C_{52}\ H_{42}\ NO_{11}$, scheidet sich aus alkoholischer Lösung durch Zusatz von Aether in grossen, glänzend weissen, wawellitähnlichen Drusen strahlenförmig gruppirter Nadeln ab; aus wässriger und weingeistiger Lösung ist es nicht krystallisirbar; in Wasser löst es sich sehr leicht auf, auch in Weingeist (bei 15° in 2,56 Th. desselben); beim Erhitzen schmilzt dieses Salz, brennt mit rusender Flamme und hinterlässt cyanhaltige Asche. Eben so verhält sich glykocholsaures Kali.

Glykocholsaures Ammoniak, $H_4\ NO$. $C_{52}\ H_{42}\ N\ O_{11}$, bildet dem Natronsalze ganz ähnliche Krystalle, wenn es aus alkoholischer Lösung durch Aether allmälig ausgeschieden wird; es löst sich

leicht in Wasser, verliert beim Kochen Ammoniak und reagirt dann schwach sauer.

Glykocholsaurer Baryt, $BaO.\ C_{52}\ H_{42}\ NO_{11}$, ist amorph, schmeckt stark süsslich und nur wenig bitter, löst sich in Wasser und Alkohol, wird durch Kohlensäure nicht zersetzt.

Darstellung. Man kann diese Säure aus der Galle der meisten Thiere gewinnen, am besten aber aus der Rindsgalle nach einer der folgenden Methoden: Die sorgfältig erst im Wasserbade und dann im Vacuo ausgetrocknete Galle wird mit kaltem, absolutem Alkohol extrahirt und der filtrirten Lösung allmälig Aether zugesetzt; letzterer macht die Flüssigkeit milchig trüb und scheidet anfangs eine harzige, meist braun gefärbte, zähe Masse aus; ist die Flüssigkeit nur noch wenig gefärbt, so giesst man sie von dem halbflüssigen Präcipitate ab in ein andres Gefäss und fügt wieder allmälig Aether zu; die Flüssigkeit wird dadurch wieder milchig trüb und setzt auch noch harzige Theile ab; nach einiger Zeit scheiden sich aber glänzend weisse, sternförmige Krystallbüschel ab; diese werden mit Alkohol, der $^1/_{10}$ Aether enthält, ausgewaschen, müssen aber dann schnell in's Vacuum gebracht werden, weil die ätherfeuchten Krystalle an der Luft schnell zu einer firnissähnlichen Masse zerfliessen; nach dem Trocknen sind sie dagegen luftbeständig. Diese Krystalle sind ein Gemeng von glykocholsaurem Kali und Natron. Wird nun die wässrige Lösung dieser Krystalle durch Bleiessig gefällt, der Niederschlag durch kohlensaures Natron zerlegt, die Lösung des glykocholsauren Natrons verdunstet, wieder in Alkohol gelöst und durch Vermittlung von Aether ganz wie oben wieder zum Krystallisiren gebracht: so erhält man ziemlich reines glykocholsaures Natron, welches in Wasser gelöst und mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, sich nach einiger Zeit in mit öligen Tropfen untermengten Krystallen absetzt; letztere werden durch Auswaschen mit Wasser entfernt und so die fragliche Säure rein erhalten.

Auf einem kürzern Wege erhält man jene Säure nach folgender Methode: Der aus frischer Galle durch Bleizucker entstandene gelbliche Niederschlag wird mit kochendem Weingeist von 85% extrahirt und in die Lösung Schwefelwasserstoff geleitet; aus der abfiltrirten, mit Wasser versetzten Flüssigkeit scheidet sich nach längerem Stehen die Säure krystallisirt ab; jedoch ist es auch hier besser das Bleisalz durch kohlensaures Natron zu zerlegen und dann wie oben zu verfahren.

Die sog. krystallisirte Galle, d. h. das Gemeng von glykocholsaurem Kali und Natron wurde zuerst von *Platner*[1]) dargestellt.

Prüfung. Soll eine thierische Flüssigkeit auf einen etwaigen Gehalt an Galle untersucht werden, so ist es wie immer nothwendig, dass die eiweissartigen und bloss in Wasser löslichen Körper, so wie auch die Fette möglichst entfernt werden; man stellt daher zunächst einen alkoholischen Auszug des Untersuchungsobjectes dar, und überzeugt sich zunächst durch die (S. 128 beschriebene) Pettenkofer'sche Probe, ob ein Abkömmling der Galle vorhanden sei. Hat man sich hiervon überzeugt, so kann es nur bei hinreichend vorliegendem Material in Frage kommen, ob eine der in frischer Galle enthaltenen Säuren, die Glykocholsäure und Taurocholsäure, oder einer ihrer Abkömmlinge, Cholsäure oder Choloidinsäure, zugegen sei. Man versetze zu dem Zwecke den durch starken Alkohol erhaltenen Auszug allmälig mit dem 8- bis 12fachen Volumen Aether, und lasse das Gemisch 24 bis 48 St. lang stehen; nach Verlauf dieser Zeit ist die Trübung der Flüssigkeit verschwunden, und ein Sediment entstanden, welches entweder flockig und klebrig ist, so dass es den Wänden des Gefässes anhaftet (dieses besteht meist aus albuminösem Stoff oder sog. Extractivstoffen), oder eine harzähnliche oder halbflüssige, zähe Masse darstellt (taurocholsaures oder choloidinsaures Alkali) oder aus mehr oder weniger grossen, mit blossem Auge wahrnehmbaren Büscheln wohl ausgebildeter Krystalle besteht, die entweder cholsaures oder glykocholsaures Natron sind. Bemerkenswerth ist, dass selbst die geringsten Mengen glykocholsauren Alkalis sich auf diese Weise noch krystallinisch ausscheiden (aus einer Lösung von ungefähr 0,07 grm. glykocholsaurem Natron in 150 grm. Alkohol erhielt ich durch Zusatz von 560 grm. Aether noch die schönsten Krystalle jenes Salzes). Immer müssen aber die erhaltenen Krystalle mikroskopisch oder wenigstens mit der Loupe untersucht werden, da auch manche andre Salze, z. B. essigsaures Natron, bei jener Behandlungsweise sich krystallinisch ausscheiden; bilden die Krystalle aber sechsseitige Säulen mit einer einzigen sehr schrägen Abstumpfungsfläche, und giebt ihre wässrige Lösung die Gallenreaction, so ist an der Gegenwart der Glykocholsäure nicht zu zweifeln. Erhält man aber die Krystalle in syrupöser Masse eingehüllt oder nur die ersteren, so trennt man die Säure durch etwas Schwefel-

[1]) *Platner*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 105. Journ. f. pr. Ch. Bd. 40, S. 129—133.

säure von dem Alkali, extrahirt mit Aether, in welchem die gepaarten Cholsäuren, so wie die Choloidinsäure fast unlöslich sind; ist so die krystallisirbare Cholsäure oder Glykocholsäure isolirt, so kann man sich durch Kochen mit Kalilauge, die mit letzterer Ammoniak entwickelt, von der Anwesenheit oder Abwesenheit der einen oder andern überzeugen; übrigens bildet die Cholsäure mit Baryt ein krystallisirbares Salz, was der glykocholsaure Baryt nicht ist. Von der Choloidinsäure, die gleich der Glykocholsäure in Aether wenig löslich ist, kann letztere leicht durch ihre Krystallisirbarkeit und die Krystallisirbarkeit ihrer Salze aus alkoholisch-ätherischen Lösungen unterschieden werden; der glykocholsaure Baryt endlich ist zwar gleich dem choloidinsauren, nicht krystallisirbar, unterscheidet sich aber von demselben durch seine Löslichkeit in Wasser. Die Unterscheidung der Glykocholsäure von der Taurocholsäure wird bei letzterer berücksichtigt werden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Diese Säure ist bisher in der Galle der meisten Thiere, ausser der der Schweine, gefunden worden. Rücksichtlich ihres Vorkommens in andern Theilen und Säften des Thierkörpers gilt ziemlich dasselbe, was oben S. 129 von dem Vorkommen der Cholsäure gesagt worden ist. Wir treffen nämlich im Darmkanale, im Blute und in Exsudaten auf so geringe Mengen Gallenstoffe, dass diese früher meist gänzlich übersehen worden sind, und neuerdings nur durch die treffliche Pettenkofer'sche Probe sichtbar gemacht werden konnten. So wichtig es in physiologischer Hinsicht sein würde, zu wissen, ob im Blute Cholsäure oder die gepaarten Gallensäuren, und im Darm diese oder Choloidinsäure vorkommen, so müssen wir diesen Gegenstand für jetzt doch gänzlich dahingestellt sein lassen.

Kunde, einer meiner Schüler, hat in der Hydroceleflüssigkeit eines übrigens gesunden Menschen die Gegenwart von Gallenstoffen durch die Pettenkofer'sche Probe ganz entschieden nachgewiesen. Derselbe hat auch Fröschen die Leber exstirpirt (von 6 Fröschen, an denen die Operation gemacht wurde, blieben meist 2 am Leben); in deren Blute wurde nach demselben Verfahren die Gegenwart von Gallenstoffen ebenfalls dargethan.

Ursprung. Wir haben in dem Obigen (S. 131) wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die Cholsäure ihre wesentlichen Elemente aus den Fetten entnehme, ja dass sie geradezu eine mit einem stickstofffreien Körper gepaarte Oelsäure sei. In der Glykocholsäure stossen wir aber wieder auf denselben stickstoffhaltigen Paarling, den wir bereits bei der Hippursäure kennen gelernt hatten. Dieser Paarling scheint

demnach ein gewöhnliches Umsetzungsproduct stickstoffhaltiger Körper zu sein. Wir haben schon dort (S. 204) bemerkt, dass wir die nächste Quelle dieses dem Fumaramid isomeren Paarlings namhaft zu machen nicht im Stande sind.

Auch im Bezug auf diese Säure halten wir es an diesem Orte noch nicht für passend, näher auf die physiologischen Gründe einzugehen, welche die Vermittlung des Fettes zur Bildung der Hauptbestandtheile der Galle beweisen; ebenso wenig gehört noch hieher eine Abwägung jener Gründe, die für oder gegen die Bildung der Galle in der Leber und insbesondere in den Leberzellen sprechen. Dieses sind Gegenstände des zweiten Theiles der physiologischen Chemie, wo von der Galle im Ganzen als thierischen Secrets die Rede sein wird. Indessen sei es hier schon erlaubt zu bemerken, dass wenigstens die Möglichkeit der Bildung dieser Säure bereits im Blute, theils durch die ebenerwähnten Versuche von *Kunde* dargethan wird, theils durch das nicht seltene Vorkommen von Icterus ohne Leberaffection *(Virchow)*, d. h. ohne Infiltration des Leberparenchyms und vorzugsweise der Leberzellen mit Gallenpigment.

Nutzen. Da wir die Umwandlungen noch nicht genau kennen, welche die Glykocholsäure im Darmkanale erleidet, so kann auch speciell von der Wirksamkeit oder Nichtwirksamkeit dieser Säure bei der Verdauung hier nicht die Rede sein.

Hyocholinsäure. $C_{54}\,H_{43}\,N\,O_{10}.\,HO.$

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese von *Gundelach* und *Strecker*[1]) entdeckte und genauer untersuchte Säure bildet eine weisse, harzartige Masse, welche in Wasser bei 100° schmilzt und gleich der Choloidinsäure sich in lange Fäden ziehen lässt; vollkommen trocken schmilzt sie erst über 120°; nur wenig löst sie sich in Wasser, leicht in Alkohol, nicht in Aether; sie röthet Lackmus. Von kalter concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure wird sie unzersetzt aufgelöst; wird sie jedoch längere Zeit mit einer dieser beiden Säuren gekocht, so liefert sie, gleich der Glykocholsäure, Glycin und eine der Choloidinsäure ähnliche harzige Säure; mit concentrirter Schwefelsäure und Zucker oder Essigsäure giebt sie gleich den übrigen Gallensäuren eine purpurviolette

[1]) *Gundelach* und *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62, S. 205—232.

Lösung; von Aetzkalilauge wird sie nur zersetzt, wenn diese so concentrirt ist, dass sie beim Erkalten erstarrt; Digestion mit nicht allzu concentrirter Schwefelsäure und Bleihyperoxyd lässt sie unverändert; auch bei der Fäulniss der Galle scheint sie keine Zersetzung zu erleiden; mit rauchender Salpetersäure behandelt, liefert sie gleich der Choloidinsäure *Cholesterinsäure*, Buttersäure, Capronsäure u. s. w.; ebenso wird sie durch Chromsäure zerlegt.

Zusammensetzung. Nach *Gundelach* und *Strecker* kann diese Säure wasserfrei dargestellt werden, so dass sie also bei ihrer Verbindung mit Basen kein Wasser verliert; die genannten Forscher haben aus den Analysen der freien Säure sowohl als ihrer Salze die obige Formel abgeleitet, wornach die freie, wasserleere Säure bestehen würde aus:

Kohlenstoff	45 At.	70,28
Wasserstoff	43 „	9,33
Stickstoff	1 „	3,04
Sauerstoff	10 „	17,35
		100,00

Atomgewicht = 5762,5; Sättigungscapacität = 1,735.

Diese Säure enthält 2 At. Kohlenstoff und 1 At. Wasserstoff mehr aber 1 At. Sauerstoff weniger als die Glykocholsäure; da sie aber bei der Behandlung mit concentrirten Mineralsäuren ebenfalls Glycin liefert, so ist die Hypothese wohl gestattet, dass auch in der Hyocholinsäure der glycingebende, dem Fumaramid isomere Paarling enthalten sei, und jenes Plus von Kohlenstoff und Wasserstoff und Minus von Sauerstoff der stickstofflosen Säure zuzurechnen sei, so dass die rationelle Formel dieser Säure = $C_4 H_3 N O_2$. $C_{50} H_{40} O_8$ sein würde. Da nun aber auch die Hyocholinsäure bei ihrer Zersetzung durch Salpetersäure dieselben flüchtigen Fettsäuren und Cholesterinsäure liefert, so könnte wohl die in der Hyocholinsäure enthaltene stickstofflose Säure eine der Cholsäure analoge Constitution haben (vergl. oben S. 131) und neben dem Atomencomplexe $C_{12} H_6 O_6$, welcher die Cholesterinsäure ($C_8 H_4 O_4$) liefert, anstatt der Oelsäure in der Cholsäure eine andere flüssige Fettsäure von der Formel: $C_n H_{n-3} O_3$ enthalten; diese lässt sich in der That auch herausrechnen, wenn wir vom Hydrat der stickstofflosen Hyocholoidinsäure das Atomenaggregat $C_{12} H_8 O_8$ abziehen; nämlich $C_{50} H_{41} O_9 - C_{12} H_6 O_6 = C_{38} H_{35} O_3$; die letztere Formel ist ganz die der oben (S. 121) erwähnten Döglingsäure.

Dass die zuletzt berührte Rechnung nur eine Fiction ist, versteht sich von

selbst; allein wir glauben diese Fiction deshalb nicht ganz unerwähnt zu lassen, weil in ihr eine Anregung zu weiterer Forschung liegt, und wäre es nur die zu untersuchen, ob im Fett der Schweine eine der Döglingsäure isomere oder mit ihr identische Säure vorkomme.

Verbindungen. Die *hyocholinsauren Alkalien* sind nicht krystallisirbar, in Wasser und Alkohol löslich, nicht in Aether, und werden daher aus alkoholischer Lösung durch Aether vollständig gefällt; schmecken bitter ohne allen süsslichen Beigeschmack, röthen Lackmus; gleich Seifen werden sie durch Alkalisalze aus ihren wässrigen Lösungen ausgeschieden, indem der Niederschlag die Basis des im Ueberschuss zugesetzten Salzes enthält; sie sind in der Hitze schmelzbar und entzündlich; mit *Baryt- Kalk- und Talkerdesalzen* geben sie weisse, im Kochen lösliche Niederschläge; ihre wässrige Lösung wird durch die meisten Metallsalze, nicht aber ihre alkoholische, gefällt; auf Zusatz einer Säure wird aus der wässrigen Lösung die Hyocholinsäure vollständig niedergeschlagen. Neutrales essigsaures Bleioxyd giebt einen weissen Niederschlag, der beim Kochen nicht zusammenbäckt.

Hyocholinsaures Kali, $KO.\ C_{54}\ H_{43}\ N\ O_{10}$, ist im feuchten Zustande eine weisse, amorphe Masse, die im Wasserbade schmilzt und sich auflöst, so lange sie noch Wasser oder Weingeist enthält, trocken aber erst weit über 120°.

Hyocholinsaures Natron, $NaO.\ C_{54}\ H_{43}\ N\ O_{10}$, bildet trocken eine bräunliche Masse, die sich zu schneeweissem Pulver zerreiben lässt, schmeckt anhaltend bitter ohne süssen Beigeschmack; seine Lösungen sind neutral und werden durch Kohlensäure nicht getrübt, wird aus alkoholischer Lösung durch Aether gefällt, aus wässriger durch Natronsalze, schmilzt beim Erhitzen, löst sich auf und verbrennt mit leuchtender, rusender Flamme.

Hyocholinsaures Ammoniak, $H_4\ N\ O.\ C_{54}\ H_{43}\ N\ O_{10}$, ist ein weisses, krystallinisches Pulver; seine Lösungen trüben sich beim Kochen und nehmen saure Reaction an; über Schwefelsäure lässt es sich ohne Ammoniakverlust trocknen.

Hyocholinsaurer Baryt, $BaO.\ C_{54}\ H_{43}\ N\ O_{10}$, gelatinöser Körper, in kaltem Wasser wenig, leichter in heissem löslich, noch leichter in Weingeist.

Hyocholinsaurer Kalk, $CaO.\ C_{54}\ H_{43}\ N\ O_{10}$, weiss, amorph, in Wasser etwas leichter als das Barytsalz löslich, wird aus der weingeistigen Lösung durch Wasser und auch durch Kohlensäure gefällt.

Hyocholinsaures Bleioxyd ist ein weisses Pulver, klebt

weder beim Kochen mit Wasser, noch beim Trocknen zusammen, löst sich ein wenig in Wasser, leicht in Weingeist, aus welchem es durch Aether wie alle übrigen Salze gefällt wird; die alkoholische Lösung bläut rothes Lackmus.

Hyocholinsaures Silberoxyd, $AgO.\ C_{54}\ H_{43}\ N\ O_{10}$, gallertartiger, beim Kochen flockig werdender Niederschlag, löst sich leicht in Weingeist, schwer in kaltem, etwas mehr in heissem Wasser.

Darstellung. Der Niederschlag, welchen Glaubersalzlösung in frischer Schweinsgalle hervorbringt, wird in absolutem Alkohol gelöst, durch etwas Thierkohle entfärbt, und durch Aether aus der alkoholischen Lösung das Natronsalz der Säure gefällt; dieses wird durch verdünnte Schwefelsäure zersetzt, der Niederschlag in Alkohol gelöst und daraus durch Wasser die Säure präcipitirt.

Prüfung. Diese Säure würde nur mit der Glykocholsäure und der Choloidinsäure verwechselt werden können; von ersterer ist sie jedoch leicht zu unterscheiden, da weder sie selbst noch ihre Salze aus alkoholischer Lösung durch Aether krystallisirt erhalten werden können. Von der Choloidinsäure ist sie schwieriger zu unterscheiden, da besonders ihr Stickstoffgehalt ohne Elementaranalyse schwierig nachzuweisen ist und die Behandlung mit concentrirter Salzsäure zu wenig Glycin giebt, um dieses mit Sicherheit (wenn nämlich nicht sehr viel Untersuchungsmaterial vorlag) zu erkennen. Einigermassen charakteristisch ist, dass das Bleisalz der Hyocholinsäure weder beim Trocknen noch beim Kochen mit Wasser zusammenbäckt, was bei dem der Glykocholsäure in hohem Grade der Fall ist; andre Unterschiede sind meist nur graduell, so dass sie zur Unterscheidung geringer Mengen von jenen Säuren nicht anwendbar sind.

Physiologisches Verhalten.

Diese Säure ist bis jetzt nur in der *Schweinsgalle*, gebunden an Kali, Natron und etwas Ammoniak, gefunden worden. Im Betreff ihres Ursprungs und ihres Nutzens gilt ganz dasselbe, was oben über den der Glykocholsäure bemerkt worden ist.

Taurocholsäure.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Säure, welche auch *Choleinsäure* und früher *Bilin* genannt worden ist, hat noch nicht völlig rein (d. h. frei von Glykocholsäure) dargestellt werden können; sie ist nicht zum Krystallisiren zu bringen, löst sich leichter in Wasser als Glykocholsäure, hat aber weit schwächer saure Eigenschaften als diese; sie löst Fette, Fettsäuren und Cholesterin in grosser Menge auf und ist auch die Ursache, dass die Glykocholsäure nicht durch Essigsäure oder Mineralsäuren aus der frischen Rindsgalle gefällt wird. Beim Stehen an der Luft, so wie beim Verdampfen der Lösung der freien Säure zersetzt sich dieselbe. Beim Kochen mit Mineralsäuren zerfällt sie in Taurin und Choloidinsäure, mit Alkalien aber gekocht in Taurin und Cholsäure mit Schwefelsäure und Zucker giebt sie dieselbe Reaction, wie die andern wesentlichen Säuren der Galle. Durch die Eigenschaften ihrer Salze zeichnet sie sich jedoch sehr von allen andern Gallensäuren aus.

Zusammensetzung. Da diese Säure gleich der Glykocholsäure durch Mineralsäuren ebensowohl als durch Alkalien in Choloidinsäure oder Cholsäure zerfällt, aber anstatt des Glycins Taurin liefert, so schliesst *Strecker*[1]), dem wir eigentlich erst die nähere Kenntniss dieser Säure verdanken, gewiss mit Recht, dass diese Säure eine der Glykocholsäure vollkommen analoge Zusammensetzung habe, nur mit dem Unterschiede, dass der Paarling dieser Säure Taurin sei. Er nimmt daher, indem er von der Formel des Taurins 1 At. Wasser abzieht, dieser Säure empirische Formel $= C_{52}\ H_{45}\ N\ S_2\ O_{14}$ und die rationelle $= C_4\ H_6\ N\ S_2\ O_5 . C_{48}\ H_{39}\ O_9$. Wir müssen also auch hier wohl sagen, die Taurocholsäure enthalte einen schwefelreichen Paarling, der bei seiner Trennung von der Cholsäure sich in das uns bekannte Taurin (vergl. S. 185) umwandle. Durch die Elementaranalysen übrigens reiner Gemenge von glykocholsauren und taurocholsauren Alkalien, wie sie unmittelbar aus frischer Galle erhalten werden können, hat *Strecker* seine Ansicht von der Constitution dieser Säure noch weiter bewiesen. Die reine Taurocholsäure müsste darnach $= 6{,}213\%$ Schwefel enthalten, ihr Atomgewicht $= 6437{,}5$ und ihre Sättigungscapacität $= 1{,}553$ sein.

---

[1]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 43 — 61.

Verbindungen. Die *Alkalisalze* der Taurocholsäure sind in Wasser und Alkohol leicht löslich, in Aether völlig unlöslich, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, ziehen an der Luft Wasser an, zerfliessen aber nicht; längere Zeit mit Aether in Berührung werden sie krystallinisch; ihre wässrigen Lösungen schmecken süss, mit bitterem Nachgeschmack, sie können ohne Zersetzung verdunstet werden; auch beim Stehen an der Luft verändern sie sich nicht, sobald sie rein sind; beim Erhitzen schmelzen sie und verbrennen mit leuchtender, rusender Flamme; aus ihrer alkoholischen Lösung scheidet Kohlensäure nichts ab; ihre wässrige Lösung wird durch Säuren nicht gefällt; durch concentrirte alkalische Laugen werden sie aus ihren wässrigen Lösungen gefällt, aber nicht durch schwefelsaure und salzsaure Alkalien (wie die hyocholinsauren Alkalien); durch Baryt- Kalk- und Talkerdesalze werden sie selbst auf Zusatz von Ammoniak nicht präcipitirt, und ebensowenig durch neutrales essigsaures Bleioxyd; mit basisch essigsaurem Bleioxyd scheiden sie aber eine in kochendem Wasser, besser aber noch in kochendem Alkohol lösliche, pflasterartige Masse aus, welche auch von überschüssigem Bleiessig gelöst wird. Salpetersaures Silberoxyd präcipitirt selbst auf Ammoniakzusatz die taurocholsauren Salze nicht, ebensowenig Quecksilberchlorid, wohl aber salpetersaures Quecksilberoxydul und Zinnchlorür. Stickstoffhaltige Substanzen, namentlich Schleim, leiten in der Lösung der taurocholsauren Alkalien einen Zersetzungsprocess ein, dessen Bestehen leicht daran erkannt wird, dass die Lösungen durch verdünnte Säuren gefällt werden; es bilden sich hierbei neben Taurin cholsaure oder choloidinsaure Alkalien und vielleicht Verbindungen derselben mit noch unzersetzter Taurocholsäure. In den wässrigen Lösungen reiner taurocholsaurer Alkalien nimmt man jedoch solche Zersetzungen nicht wahr.

Darstellung. Es ist bereits bemerkt, dass diese Säure noch nicht in völliger Reinheit hat dargestellt werden können. Um sie möglichst rein von der sie, so weit bekannt, immer begleitenden Glykocholsäure zu erhalten, entferne man aus gereinigter Rindsgalle zunächst durch neutrales essigsaures Bleioxyd den grössten Theil der Glykocholsäure und der Fettsäuren, und präcipitire dann durch basisch essigsaures Bleioxyd, dem man noch etwas Ammoniak zufügen kann; hierauf zerlege man das Präcipitat mit kohlensaurem Natron, und extrahire den festen Rückstand der filtrirten Flüssigkeit mit Alkohol; aus der alkoholischen Lösung wird nun durch die ersten Portionen zugesetzten Aethers ein ziemlich reines taurocholsaures Natron niedergeschlagen in

Form einer harzigen, halbflüssigen, gelben Masse. Löst man diese in einer geringen Menge Wasser, fällt anfangs durch essigsaures Silberoxyd alles fällbare aus, präcipitirt die vom Silberniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit mit basisch essigsaurem Bleioxyd, und zersetzt den mit etwas Wasser möglichst vertheilten Niederschlag durch Schwefelwasserstoff, so erhält man die Taurocholsäure nach dem Verdunsten im Vacuo ziemlich rein.

Prüfung. So viel Unterschiede sich namentlich in den Reactionen der Salze zwischen der Glykocholsäure und Taurocholsäure darbieten, so kann doch bei der Untersuchung von Objecten, die nur wenig jener Stoffe enthalten, auf jene kein grosses Gewicht gelegt werden. Ist Material genug vorhanden, so wird man aus dem alkoholischen Extracte die Säuren ganz mit denselben Cautelen darzustellen haben, wie wir sie in dem Obigen bei der einen und bei der andern Säure nachgewiesen haben; man wird schon aus dem Verhältniss des Bleizuckerniederschlags zu dem Bleiessigniederschlage auf die proportionalen Mengen beider Säuren schliessen und sich dann durch die Behandlung der alkoholischen Lösung der Natronsalze mit Aether über jene vergewissern können; ja man würde alsdann immer noch das Mittel übrig haben, sich auf das bestimmteste von der Gegenwart der Taurocholsäure durch Herstellung des Taurins zu überzeugen; letzteres könnte, selbst wenn auch nur sehr geringe Mengen davon erhalten würden, doch mit grosser Sicherheit noch durch die krystallometrische Untersuchung unter dem Mikroskop erkannt werden. Leider sind aber, wenn man es nicht direct mit Galle zu thun hat, die Mengen der Taurocholsäure so gering, dass sie auf die angeführte Weise oder durch ihr Verhalten gegen salpetersaures Silberoxyd und andre Metallsalze keineswegs sicher unterschieden und nachgewiesen werden kann. Dann bleibt nichts übrig, als der Versuch, den Schwefelgehalt nachzuweisen; hat man sich nämlich durch die Pettenkofer'sche Probe überzeugt, dass überhaupt Gallensubstanz in dem Untersuchungsobjecte vorhanden ist, so zieht man das spirituöse Extract noch mit kaltem absolutem Alkohol aus; concentrirt die Lösung stark und fügt dann Aether hinzu; das durch letzteren entstandene Präcipitat (welches keine andre bekannte schwefelhaltige Substanz enthalten kann) wird mit schwefelsäurefreiem Aetzkali und salpetersaurem Kali zusammengeschmolzen und so verbrannt; findet man im Glühungsrückstande Schwefelsäure, so ist die Gegenwart der Taurocholsäure mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen.

Leider aber können wir solche Substanzen, in denen geringe Mengen von Taurocholsäure aufzusuchen von Interesse ist, meist nicht im völlig frischen Zustande erhalten, und es hat sich dann die geringe Menge Taurocholsäure, wenn überhaupt solche ursprünglich da war, bereits zersetzt. Man kann nun, wenn man dieses muthmasst und im alkoholischen Extracte bereits durch die Pettenkofer'sche Probe Gallenreste gefunden hat, hoffen, im wässrigen Extracte Taurin aufzufinden; allein dasselbe ist hier in zu geringer Menge und oft so untermischt mit andern Substanzen enthalten, dass sein Nachweis auch unter dem Mikroskop äusserst schwierig ist. Auf den Schwefelgehalt ist im wässrigen Extracte nicht zu untersuchen, theils wegen Gegenwart schwefelsaurer Salze theils wegen andrer eingemengter schwefelhaltiger organischer Körper.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Aus dem von *Bensch* [1]) und andern gemachten Schwefelbestimmungen ist zu schliessen, dass ausser in der Rindsgalle auch in der des Fuchses, Bären, Hammels, Hundes, Wolfs, der Ziege, einiger Vögel und Süsswasserfische die Taurocholsäure vorkomme; in der der Frösche ist sie von *Kunde* und *mir* gefunden worden; dass sie auch in der *Menschengalle* enthalten sei, ist kaum zu bezweifeln, da sich aus diesen Taurin darstellen lässt, wie *Gorup-Besanez* zuerst genauer dargethan hat. Nach den Zahlenresultaten zu urtheilen, welche *Schlieper* [2]) durch die Analyse der gereinigten Galle einer Boa Anaconda erhalten hat, möchte man fast glauben, dass die Leber dieser Schlange nur Taurocholsäure und keine andre der bekannten Gallensäuren excernire. Dass aber diese Säure in der Schweinsgalle fast ganz fehle, ist schon oben (nach *Strecker*) bemerkt worden.

In andern thierischen Flüssigkeiten ist die Taurocholsäure als solche noch nicht nachgewiesen worden; jedoch ist es nach den oben S. 232 angeführten Versuchen von *Kunde* nicht unwahrscheinlich, dass sie auch im Blute vorkomme.

Ursprung. Ueber die Entstehung der Taurocholsäure bleibt uns hier nur wenig zu sagen übrig; da von dieser dasselbe gilt, was wir bereits von der Bildung der Cholsäure (S. 130), der des Taurins (S. 188) und der Glykocholsäure (S. 232) gesagt haben. Da wir dieselbe

---

[1]) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65, S. 194—203.

[2]) *Schlieper*, ebendas. Bd. 60, S. 109—112.

noch nicht im Blute gefunden haben, so ist von chemischer Seite her nicht zu entscheiden, ob sie erst in der Leber aus ihren nächsten Bestandtheilen gebildet werde oder schon aus der allgemeinen Metamorphose stickstofffreier und stickstoffhaltiger Thiersubstanzen hervorgehe.

Nutzen. Da wir die chemischen Umwandlungen, welche die Taurocholsäure im Darmkanale erleidet, ebensowenig kennen, als die der Glykocholsäure, so lässt sich ihr Zweck bei der Verdauung noch nicht durch eine chemische Gleichung ausdrücken; diess müsste aber der Fall sein, wollten wir chemischer Seits eine Erklärung der Function der Galle versuchen. Die Erörterung der physiologischen Verhältnisse, aus denen wir auf die Wichtigkeit der Gallenabsonderung für den thierischen Stoffwechsel und das animalische Leben überhaupt schliessen, gehört unter Berücksichtigung der hier gewonnenen chemischen Unterlagen in den zweiten Theil dieses Werks.

Halidbasen und Halidsalze.

Wir haben in der eben betrachteten Reihe organischer Säuren eine Anzahl Körper kennen gelernt, welche gegen die gewöhnlich geltend gemachte Regel der Chemie sich mit Säuren verbinden, ohne diesen ihre wesentlichsten chemischen Eigenschaften zu entziehen. Es giebt aber auch eine Reihe von Stoffen, welche mit organischen und mineralischen Säuren sich so verbinden können, dass sie deren Acidität vollkommen aufheben, und, ohne ihrer Stickstofflosigkeit wegen den Alkaloiden beigezählt werden zu können, mit jenen Säuren wahrhafte Salze und zwar ebensowohl neutrale als saure bilden können. Diese Art Salze hat man zwar in neuerer Zeit, indem man den Begriff der Paarung übermässig weit fasste, auch den gepaarten Verbindungen beizählen wollen (Gerhardt und Laurent [1] so wie *Strecker* [2]): allein eben die Eigenschaft dieser stickstofflosen Basen, die stärksten mineralischen und organischen Säuren vollkommen sättigen zu können, scheint uns doch ein sehr dringlicher Grund, diese Körper von den eigentlichen Paarlingsstoffen und deren neutrale so wie saure Verbindungen mit Säuren von den eigentlichen gepaarten Säuren zu trennen. *Berzelius* [3])

[1]) *Gerhardt* und *Laurent*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér., T. 24, p. 163—208.

[2]) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 68, S. 47—55.

[3]) *Berzelius*, Jahresber. 27, S. 425.

hat diese salzartigen Verbindungen von Säuren mit stickstofflosen Körpern *Halide* genannt. Liess sich zur Erklärung der Basicität der eigentlichen stickstoffhaltigen Alkaloide die zwar höchst wahrscheinliche aber durchaus noch nicht zweifellose Hypothese copulirten Ammoniaks anwenden, so gehen wir bei diesen stickstofflosen Basen einer ähnlichen Deutungsweise ganz verlustig. Diese Halidbasen treten aber dem Ammoniumoxyd selbst als analoge Körper zur Seite. Denn so wie man nach der Ammoniumtheorie von *Berzelius* in den sog. Ammoniaksalzen das Oxyd einer Stickstoffwasserstoffverbindung H_4 N, annimmt, in welcher diese gewissermassen ein Metall simulirt, so kann man auch mit gleichem Rechte den Grund der Basicität jener Stoffe in dem Oxyde eines Kohlenwasserstoffs suchen, zumal da wir bereits reine Kohlenwasserstoffe kennen, die vollkommen basische Eigenschaften haben z. B. die sauerstofffreien ätherischen Oele. Nichts steht wenigstens der Annahme entgegen, dass die Kohlenwasserstoffe in ähnlicher Weise wie das Ammonium sich mit Sauerstoff zu basischen Oxyden verbinden. Eine solche Anschauungsweise führt uns freilich zurück auf die vielfach angefochtene, aber noch keineswegs vollständig widerlegte oder verworfene Theorie der organischen Radicale: allein in einer so jugendlichen Disciplin, wie immer noch die Chemie ist, bleibt diejenige Anschauungsweise die beste, welche den einfachsten Ausdruck für eine grössere Anzahl analoger Erscheinungen darstellt.

Diese Oxyde von Kohlenwasserstoffradicalen sind allerdings in ihrem isolirten Zustande so verschieden von den bekannten Mineralbasen und organischen Alkaloiden und zeigen so schwach basische Eigenschaften, dass man ihren basischen Charakter lange Zeit hindurch gänzlich verkannt hat. Sie lassen sich nur schwierig mit Säuren oder Wasser verbinden. Schon ihre Hydrate zeigen ein so von den wasserfreien Oxyden verschiedenes Verhalten, dass man sie früher für ganz verschiedene Körper angesehen und deshalb Aether von Alkohol, Amyloxyd von Fuselöl und Methyloxyd von Holzgeist sorgfältig unterschieden hat. Diese Hydrate können übrigens nur schwierig und einige bis jetzt noch gar nicht von ihrem Hydratwasser befreit werden. Ebenso lassen auch ihre Verbindungen mit Säuren, obgleich die meisten völlig neutral sind, ihren Charakter als Salze nur schwierig erkennen, und deshalb werden den meisten solcher Salze noch Trivialnamen wie Naphthen, Fette u. dergl. beigelegt.

Wie bereits erwähnt, bilden die Halidbasen mit Säuren sowohl neutrale als saure Salze; in den ersteren ist die Acidität der stärkern

Säuren meist weit vollständiger neutralisirt, als in den Salzen der stickstoffhaltigen Alkaloide; denn die neutralen Salze der Halidbasen sind (mit wenigen Ausnahmen) z. B. ohne alle Reaction auf Lackmus; sie unterscheiden sich aber wesentlich von den Salzen fast aller andern bekannten Basen dadurch, dass sie nicht so leicht durch einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft von ihren Säuren getrennt werden können. Die Zersetzung der Halide wird weder durch stärkere Säuren, noch durch stärkere Basen sogleich erzielt, sondern es bedarf längerer Zeit und dauernderer Einwirkung von Wärme, um sie in ihre näheren Bestandtheile zu zerlegen, als wir sonst bei den gewöhnlichern Salzen nöthig zu finden gewohnt sind. Bei solchen Trennungen tritt übrigens constant der Umstand ein, dass die Basis während ihres Freiwerdens Wasser bindet und so als Hydrat (nicht als Aethyloxyd sondern als Alkohol, nicht als Methyloxyd sondern als Holzgeist, nicht als Lipyloxyd sondern als Glycerin) ausgeschieden wird. Umgekehrt scheiden die Halidbasen auch bei ihrer Vereinigung mit Säuren alles Wasser aus, so dass sie stets vollkommen wasserfreie Salze darstellen, eine Erfahrung, die man bekanntlich längst benutzt hat, um die Zusammensetzung der organischen Säuren im wasserfreien Zustande kennen zu lernen (man analysirte die Verbindungen solcher Säuren mit Aethyloxyd oder Methyloxyd).

Sehr irren würde man, wollte man etwa aus dem eigenthümlichen Verhalten der Halide schliessen, dass diese Anschauungsweise nur eine unnatürliche Einzwängung in das einmal concipirte System sei, und dass die organischen Körper überhaupt nach ganz andern Principien constituirt seien, als die Mineralkörper: allein gerade die aus den rein anorganischen Verbindungen abgeleiteten, chemischen Gesetze finden auch auf diese zusammengesetzten organischen Stoffe ihre vollste Anwendung; ist es doch die anorganische Chemie, welche uns lehrt, dass, je geringer die chemische Anziehungskraft zwischen zwei Stoffen ist, diese desto schwieriger mit einander verbunden werden können, aber einmal verbunden oft auch den kräftigsten zersetzenden Agentien widerstehen; wir erinnern beispielsweise nur an das Verhalten der Kieselsäure und Phosphorsäure zur Alaunerde oder Zirkonerde. Ein Naturgesetz duldet keine Ausnahme, und sind die den Forschungen in der anorganischen Chemie entsprungenen Principien wirklich Naturgesetze, so müssen sie auch in vollster Ausdehnung auf die organisch-chemischen Verbindungen angewendet werden.

Die sauren Salze der Halidbasen wurden ebenfalls lange Zeit hin-

durch nicht als solche erkannt, man sah sie als besondere Säuren an, ja man wurde durch ihre Betrachtung zum Theil mit zur Annahme der copulirten Säuren und der Paarung überhaupt geführt: allein es findet ein wesentlicher Unterschied zwischen einem sauren Halidsalze und einer copulirten Säure statt. Wir sahen oben, dass in den gepaarten Säuren die eigentliche Säure nichts von ihrer Sättigungscapacität verloren hat, während in diesen sauren Haliden immer die Hälfte der Säure durch die Halidbasis gesättigt ist; wir können also z. B. die Weinschwefelsäure unmöglich als eine gepaarte Säure betrachten, da die in ihr enthaltene Schwefelsäure nur zur Hälfte noch im Stande ist, Basis zu sättigen, gleich wie im doppeltschwefelsauren Kali nur die Hälfte der darin enthaltenen Säure noch Basis zu sättigen vermag. Leider zählt man noch heute trotz dieses sehr prägnanten Unterschiedes viele sauren Halidsalze zu den gepaarten Säuren.

Auch diese sauren Salze unterscheiden sich aber von den sonst bekannten sauren Salzen andrer Basen durch die Schwierigkeit, mit welcher die eigentliche Basis aus ihnen abgeschieden werden kann; ja die Trennung ist hier meist noch schwieriger durch starke Verwandtschaften zu bewerkstelligen, als bei den neutralen Halidsalzen. Die sauren Halide haben aber sehr viel Eigenschaften mit einander gemein; sie sind entweder fest und krystallisirbar oder tropfbarflüssig und enthalten stets, gleich den meisten sauren Salzen der Mineralchemie, 1 At. Wasser, von welchem sie ohne gänzliche Zersetzung nicht getrennt werden können, ausser durch eine Basis; möge ferner Säure und Basis noch so flüchtig sein, so können diese sauren Salze doch nicht unzersetzt destillirt oder sublimirt werden; ferner ist es bemerkenswerth, dass ihre Verbindungen mit Basen fast ohne Ausnahme in Wasser löslich sind, gäbe auch die betreffende Säure für sich mit einer Basis ein noch so unlösliches Salz (wir erinnern an schwefelsauren Aethyloxyd-Baryt).

Zu den Halidbasen gehört eine Reihe homologer Körper, welche für die theoretische Chemie von hohem Interesse sind, aber weniger in die Sphäre der Zoochemie fallen; diess sind die bereits oben (S. 43) erwähnten Körper von der generellen Formel: $C_n H_{n+1} O$, welche in einer bestimmten Beziehung zu den Säuren der ersten Gruppe standen. Desto wichtiger für die Zoochemie ist eine andre Halidbasis, für die wir keine homologen Glieder weiter kennen, das *Lipyloxyd*, welches mit den Fettsäuren verbunden die für die physiologische Chemie so wichtigen Fette bildet. Andrer Halidbasen giebt es noch sehr viele,

allein meistens sind nur einzelne ihrer Verbindungen, namentlich ihrer sauren Salze, untersucht; sie selbst aber sind im isolirten so wie im hydratischen Zustande noch unbekannt. Für uns kommt daher nur das *Lipyloxyd* und seine Verbindungen in Frage, ausserdem aber das der Gruppe der Aetherarten homologe *Cetyloxyd*.

Lipyloxyd. $C_3 H_2 O$.

Kocht man eines der gewöhnlichen Fette oder fetten Oele mit einem ätzenden Alkali, mit dem Hydrat einer alkalischen Erde, mit Talkerdehydrat, Zinkoxyd oder Bleioxyd, so wird das Fett, ohne Aufnahme von Sauerstoff oder Abgabe von Wasserstoff, in eine oder mehrere *Fettsäuren*, die sich mit der angewendeten Base zu *Seife* verbinden, und einen eigenthümlichen, süssen Stoff, das *Glycerin*, zerlegt. Vergleicht man das Gewicht der entstandenen Zersetzungsproducte mit dem des angewendeten Fettes, so findet man, dass eine Gewichtszunahme stattgefunden hat, die von nichts anderem als einer Aufnahme von Wasser herrührt.

Um sich das Wesen dieses Processes zu erklären, hat man angenommen, dass die Fette den Aethyloxydsalzen ähnliche Verbindungen seien; früher nahm man an, dass das Glycerin $= C_3 H_2 O$ zusammengesetzt sei und als solches die Basis der Fette ausmache; allein die Constitution der Glycerinschwefelsäure beweist, dass das Glycerin $= C_6 H_7 O_5$ sein muss und hiernach nicht die Basis der neutralen Fette sein kann. Es ist daher wahrscheinlich, dass in den Fetten mit der Fettsäure das Oxyd eines Radicals von der Zusammensetzung, die man sonst dem Glycerin zuschrieb, enthalten ist, und dass dieses Oxyd bei seiner Trennung von der Fettsäure, gleich dem Aethyloxyd, wenn es aus seiner Verbindung mit Säuren ausgetrieben wird, Wasser aufnimmt und sich in einen andern Körper verwandelt. *Berzelius* hat jenes hypothetische Radical *Lipyl* und sein Oxyd *Lipyloxyd* genannt.

Dass die Base in den Fetten nicht Glycerin ist, geht auch daraus hervor, dass aus Glycerin und den fetten Säuren zur Zeit noch kein neutrales Fett hat hergestellt werden können. Ob das künstlich aus Glycerin und Buttersäure dargestellte Butyrin mit dem in der Butter enthaltenen gleiche Zusammensetzung hat, ist noch nicht untersucht. Das Destillationsproduct des Glycerins, das dem Lipyloxyd polymere Acroleïn, kann eben so wenig als das Glycerin die Basis der Fette sein, da jenes selbst mit stärkern Säuren sich durchaus nicht verbinden lässt.

Jene Umwandlung der Fette in Säuren und Glycerin kann nicht blos durch die oben angeführten Basen bewerkstelligt werden, sondern auch durch lösliche kohlensaure und borsaure Salze, wenn die Digestion derselben mit den Fetten lange Zeit genug fortgesetzt wird.

Bei den kohlensauren Salzen muss man sich den Process jedoch so denken, dass das kohlensaure Alkali sich zunächst in doppelt kohlensaures Alkali und freies Alkali zerlegt, nur das letztere aber die Verseifung bedingt, bei weiterem Kochen verliert das doppelt kohlensaure Kali das eine Atom Kohlensäure und verwandelt sich in ein einfaches Salz, von welchem das Fett dann wieder auf oben beschriebene Weise zersetzt wird.

Ammoniak und kohlensaures Ammoniak sind nur nach längerer Einwirkung im Stande, Seifen zu bilden.

Glycerin. $C_6 H_7 O_5 . H O$.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften: Farblose oder schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit, von angenehm süssem Geschmacke, zieht an der Luft Wasser an, löst sich leicht in Wasser und Alkohol, nicht in Aether, ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben; es löst Alkalien so wie mehrere Metalloxyde und namentlich Bleioxyd in grossen Mengen auf, im concentrirten Zustande lässt es sich theilweise unzersetzt destilliren, wird aber bei schnellem Erhitzen vollständig zersetzt; schon beim Verdunsten seiner wässrigen Lösung fängt das Glycerin an, zersetzt zu werden; an der Luft erhitzt, lässt es sich entzünden und verbrennt mit blauer Flamme; mit wasserfreier Phosphorsäure bei abgeschlossenem Luftzutritt erhitzt, liefert es Acroleïn. Wird das Glycerin in viel Wasser gelöst, mit Hefe gemischt und einer Temperatur zwischen 20° und 30° ausgesetzt, so verwandelt es sich unter geringer Gasentwicklung in Metacetonsäure ($C_6 H_7 O_5 - 2 H O = C_6 H_5 O_3$ *Redtenbacher*[1]). Durch Behandlung mit Platinschwarz wird das Glycerin ebenfalls in eine Säure verwandelt *Döbereiner*[2]). Von concentrirter Salpetersäure wird es in Kohlensäure, Oxalsäure und Wasser zersetzt; mit Salzsäure und Braunstein liefert es viel Ameisensäure.

Zusammensetzung. Obige Formel ist aus den Analysen reinen Glycerins und seiner sauren Salze von *Pelouze*[3]) abgeleitet worden. Dasselbe besteht demnach aus:

---

[1]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 174—177.

[2]) *Döbereiner*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 29. S. 451.

[3]) *Pelouze*, Compt. rend. T. 21. p. 718—3722.

Kohlenstoff	6 At.	39,130
Wasserstoff	7 „	7,609
Sauerstoff	5 „	43,478
Wasser	1 „	9,783
		100,000

Atomgewicht des wasserfreien Glycerins = 1037,5.

Das Glycerin lässt sich nicht als Hydrat des Lipyloxyds betrachten, da es in seinen Verbindungen immer noch 3 At. Wasser mehr enthält, als ein Doppelatom Lipyloxyd; wir wissen aber, dass keine Halidbasis sich mit Säuren verbindet unter Beibehaltung des Hydratwassers.

Verbindungen. Neutrale Salze des Glycerins hat man noch nicht darzustellen vermocht; man kennt aber mehrere saure Salze desselben, die man gewöhnlich Säuren nennt, da sie gleich den sauren Aethyloxyd- und Methyloxydsalzen sich mit Basen zu einer Reihe von Verbindungen vereinigen.

Doppeltschwefelsaures Glycerin, *Glycerinschwefelsäure*, $C_6 H_7 O_5 . SO_3 + HO . SO_3$, entsteht durch unmittelbare Vereinigung von Glycerin mit Schwefelsäure; durch Sättigen mit kohlensaurem Kalk oder Baryt wird die überschüssige Schwefelsäure entfernt; der schwefelsaure Glycerin-Kalk oder Baryt wird durch Oxalsäure zerlegt und die filtrirte Flüssigkeit im Vacuo verdunstet.

Dieses saure Salz bildet eine farblose Flüssigkeit, die beim Verdunsten, selbst im Vacuo leicht in Glycerin und Schwefelsäure zerfällt; sie schmeckt stark sauer, röthet Lackmus und bildet mit Basen, selbst mit Baryt und Kalk, leicht lösliche Doppelsalze. Diese Salze scheiden beim Kochen leicht Glycerin aus, durch Behandlung mit überschüssiger Basis noch leichter; trocken erhitzt verkohlen diese Salze und entwickeln dabei einen höchst unangenehm riechenden, die Augen reizenden Dampf (Acroleïn enthaltend). Das Kalksalz krystallisirt in farblosen Nadeln = $CaO . SO_3 + C_6 H_7 O_5 . SO_3$.

Saures phosphorsaures Glycerin, Glycerinphosphorsäure, $C_6 H_7 O_5 . 2HO + PO_5$, wird durch unmittelbares Zusammenbringen von syrupösem Glycerin mit zerstossener glasiger Phosphorsäure erhalten, wobei sich viel Wärme entwickelt, so dass die Temperatur auf 100° steigen kann; durch Baryt wird die Flüssigkeit von der überschüssigen Phosphorsäure befreit und das Barytsalz durch Schwefelsäure zerlegt. Der fragliche Körper bildet im concentrirten Zustande eine farblose Flüssigkeit, die selbst im Vacuo nicht

sehr stark concentrirt werden kann, ohne zersetzt zu werden; krystallisirt nicht, schmeckt stark sauer, löst sich leicht in Wasser und Alkohol; mit Basen bildet es Doppelsalze, die in Wasser leicht, in Alkohol sehr wenig löslich sind, so dass sie durch letzteren aus wässriger Lösung präcipitirt werden. Phosphorsaurer Glycerinkalk, $2CaO + C_6 H_7 O + PO_5$, krystallisirt in weissen glänzenden Schuppen, löst sich in kaltem Wasser, aber sehr wenig in heissem, so dass er aus wässriger Lösung durch Kochen ausgefüllt werden kann. Auch das Barytsalz ist so zusammengesetzt, dass die dreibasische Phosphorsäure 2 At. Baryt und 1 At. Glycerin enthält.

Doppeltweinsaures Glycerin, $C_6 H_7 O_5 . C_4 H_2 O_5 + HO . C_4 H_2 O_5$, wird nach *Berzelius* [1]) durch Erhitzen von 1 Th. bei 120° getrocknetem Glycerin mit 2 Th. trockner Weinsäure gebildet; es ist ein halbweicher, bei 0° hart werdender durchsichtiger Körper, bei 25° lässt er sich in lange Fäden ziehen, zerfliesst an der Luft, löst sich nicht in Alkohol, bildet mit Basen lösliche, nicht krystallisirbare Doppelsalze, die durch überschüssige Basis leicht zersetzt werden. Aehnlich verhält sich doppelttraubensaures Glycerin.

Umwandlungsproducte. Acroleïn $C_6 H_4 O_2$. Dieser von *Redtenbacher* [2]) entdeckte Körper entsteht aus dem Glycerin auf folgende Weise: wird dieses nämlich mit etwas wasserfreier Phosphorsäure in einem Strome trocknen Kohlensäuregases der trocknen Destillation unterworfen, so entsteht ein Destillat, welches aus einem dicken Oele, einer darauf schwimmenden sauren Flüssigkeit und dem auf letzterer schwimmenden Acroleïn besteht. Digerirt man das Destillat mit Bleioxyd und destillirt in kohlensäurehaltigem Raume bei + 52°, so erhält man das Acroleïn. Es ist ein ölartiges Liquidum, bricht das Licht stark, von schmerzhaft brennendem Geschmacke, Augen und Respirationsorgane entzündend, bildet in luftfreiem Wasser eine neutrale Lösung, die an der Luft sogleich sauer wird; Silberoxyd reducirt es augenblicklich, mit Salpetersäure eben so wohl als mit Kali verpufft es.

Acrylsäure, $C_6 H_3 O_3 + HO$, bildet sich durch Oxydation des Acroleïns an der Luft oder durch Silberoxyd; wasserklare Flüssigkeit, Geruch nach brenzlicher Essigsäure, rein saurer Geschmack; mit Salpetersäure verwandelt sie sich in Essigsäure und Ameisensäure, bildet mit Basen lösliche, krystallisirbare Salze.

Disacron, Disacryl, $C_{10} H_7 O_4$, setzt sich allmälig aus Acroleïn, wenn dieses an der Luft steht, ab; es ist idioelectrisch, geschmack- und geruchlos, in allen Menstruen unlöslich.

---

[1]) *Berzelius*, Jahresber. 27. S. 438.

[2]) *Redtenbacher*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 47. S. 113—148.

Darstellung. Das Glycerin bildet sich, wie erwähnt, bei der Verseifung der Fette aus dem in diesen enthaltenen Lipyloxyd durch Aufnahme von 4 At. Wasser. Man bereitet es gewöhnlich aus der bei der Bleipflasterbereitung abgeschiedenen wässrigen Flüssigkeit, in welcher es nur mit Bleioxyd gelöst ist; man entfernt das letztere durch Schwefelwasserstoff und concentrirt anfangs im Wasserbade, zuletzt im Vacuo. Aus der bei der gewöhnlichen Verseifung durch Alkalien erhaltenen Mutterlauge gewinnt man es, indem man das Alkali jener Lauge mit Schwefelsäure sättigt, darauf mit kohlensaurem Baryt versetzt, und die filtrirte Flüssigkeit abdampft und mit Alkohol extrahirt. Sehr leicht und rein wird es erhalten, wenn Ricinusöl in absolutem Alkohol gelöst und Salzsäuregas in die Flüssigkeit geleitet wird; nach beendigter Operation werden die entstandenen fettsauren Aethyloxydverbindungen durch Wasser ausgeschieden; die wässrige Flüssigkeit hinterlässt beim Verdunsten Glycerin, welches von den zurückgehaltenen Fettäthern noch vollkommen durch Schütteln mit Aether gereinigt wird.

Prüfung. Das Glycerin dürfte in thierischen Flüssigkeiten nicht leicht zu entdecken sein, wenn es nicht gelingt, es in solcher Menge darzustellen, dass damit eine Elementaranalyse angestellt werden kann; diess ist aber deshalb kaum möglich, weil das Glycerin schwerlich rein aus den thierischen Flüssigkeiten zu bereiten sein dürfte. Glücklicher Weise ist aber das Acroleïn eine so intensiv und charakteristisch riechende Substanz, dass dieses Zersetzungsproduct des Glycerins als Entdeckungsmittel angewendet werden kann. Man verfährt dann so, dass man das möglichst rein ausgeschiedene Glycerin entweder für sich oder mit etwas wasserfreier Phosphorsäure schnell erhitzt, worauf der eigenthümlich widrige Geruch, in verdünntem Zustande dem eines verglimmenden Oellampendochtes nicht unähnlich, sich hinlänglich deutlich entwickeln wird.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Glycerin ist erst in neuerer Zeit von *Gobley* [1]) im thierischen Körper entdeckt worden, und zwar im Eidotter des Huhns unter der Form von phosphorsaurem Glycerin-Ammoniak. Unter derselben Form wies es *Gobley* [2]) später auch im *Hirnfette* nach.

---

[1]) *Gobley*, Compt. rend. T. 21. p. 766—769 et 988—992.

[2]) Ders., Journ. de Chim. et de Phys. 3 Ser. T. 11. p. 409—417 et T. 12, p. 5—13.

Ursprung. Ueber die Quelle des Glycerins im Thierkörper kann durchaus kein Zweifel sein, da sich neben den eigentlichen Fetten stearinsaurem, margarinsaurem und ölsaurem Lipyloxyd so viel freie oder an Alkalien gebundene Fettsäuren im Thierkörper vorfinden. Weil fast nur fettsaures Lipyloxyd in den Thierkörper von aussen eingeführt wird, so muss man sich nur wundern, dass das Glycerin, welches bei Zerlegung der Fette aus dem Lipyloxyd entsteht, nicht in weit grösserer Menge in dieser oder jener thierischen Flüssigkeit vorgefunden wird. Wir haben oben (S. 60 und 107) auf die Möglichkeit hingewiesen, dass bei der Consumtion und allmäligen Oxydation der neutralen Fette das als Glycerin ausgeschiedene Lipyloxyd vielleicht in Milchsäure oder auch in Metacetonsäure umgewandelt werde. Fernere Untersuchungen müssen indessen erst lehren, ob diese Conjectur der Beachtung werth ist. Der Nutzen der Fettnahrung würde aber auf diese Weise von einem neuen Gesichtspunkte hervortreten, indem sie in dieser Weise zur Bildung der für manche thierisch-chemischen Processe so nöthigen freien Säure beitrügen.

Wie das Glycerin im Eidotter und im Gehirn gerade zur Phosphorsäure gelange, lässt sich natürlich nicht speciell nachweisen, allein bei dem häufigen Vorkommen des Phosphors, als Säure und nicht oxydirt, hat eine solche Verbindung nichts auffallendes oder unerwartetes.

Lipyloxydsalze. Fette.

Chemisches Verhalten.

Allgemeine Eigenschaften. Es ist zunächst bemerkenswerth, dass die Eigenschaften dieser Halide fast lediglich durch die in ihnen enthaltenen Säuren bedingt werden, während gerade bei den Aethyloxydsalzen die meisten und allgemeinsten Eigenschaften ohne alle Rücksicht auf die Natur der Säuren hauptsächlich von der Basis abzuhängen scheinen. Deshalb finden wir auch die Eigenschaften der neutralen Fette höchst ähnlich denen der oben (von S. 110 bis 121) beschriebenen Fettsäuren.

Die meisten Thierfette sind bei gewöhnlicher Temperatur weich und schmierig, mehrere fest und wachsartig, einige auch flüssig; doch stimmen fast alle in Folgendem überein: durch starkes Abkühlen vorzüglich der alkoholischen Lösungen können sie in weissen Schuppen oder Blättchen von eignem Glanze erhalten werden; völlig rein sind sie meist farblos und durchscheinend, schwimmen auf Wasser, machen

Papier und Leinen durchscheinend, leiten Electricität und Wärme schlecht, schmelzen grösstentheils unter dem Siedepunkte des Wassers, lassen sich aber nur im luftleeren Raume theilweise unzersetzt destilliren, haben keinen Geruch und Geschmack, sobald sie rein und frisch sind; von *Wasser* werden sie nicht aufgelöst, die meisten von siedendem *Alkohol*, aus welchem sie sich beim Erkalten wieder ausscheiden; in *Aether* und *flüchtigen Oelen* sind sie sämmtlich löslich; völlig rein üben sie keine Reaction auf Pflanzenfarben aus, doch werden viele an der Luft leicht ranzig und sauer, indem sie grosse Mengen Sauerstoff absorbiren. In stärkrer *Hitze* werden sie bei hinlänglichem Sauerstoffzutritt entzündet und verbrennen mit leuchtender Flamme.

Auch für die Fette gibt es gewisse Fermente, durch welche sie, wie Zucker in Alkohol und Kohlensäure, oder Salicin in Saligenin und Zucker, Amygdalin in Zucker, Blausäure und Bittermandelöl, so in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren zerlegt werden; solche Fermente sind eiweissartige Substanzen, welche bereits einem gewissen Grade der Zersetzung (der Fäulniss) unterlegen haben.

Rührt man gefaultes Fibrin, welches mit Wasser eine eiweissartige Flüssigkeit bildet, oder fauliges Caseïn mit Fett zu einer Emulsion an, und digerirt das Gemeng einige Zeit bei 37°, so werden die entsprechenden Fettsäuren von dem Lipyloxyd getrennt, während dieses sehr bald weiteren Umänderungen unterliegt. Bei der Milchgährung, wo gleichzeitig Zucker zugegen ist, zersetzen sich die Fette nach meinen Untersuchungen [1]) ganz auf dieselbe Weise, wieohne Zucker, nur durch die faulenden Proteinkörper. *Cl. Bernard* [2]), der bei Digestion von Fetten mit pankreatischem Safte jene in Fettsäuren und Glycerin zersetzt werden sah, schliesst aus dieser Beobachtung, dass der pankreatische Saft bei der Verdauung constant die Fette in Glycerin und Fettsäuren zerlege, was doch noch zu bezweifeln sein dürfte.

Bei der *trocknen Destillation* liefern einige Fette andre fettartige und brenzliche Stoffe, und hinterlassen etwas Kohle; andre werden zum Theil in eigenthümliche Fettsäuren verwandelt. Sehr schnell erhitzt und auf glühende Körper geschüttet, verkohlen sie und entwickeln ölbildendes Gas.

Durch längere Berührung mit *Chlor, Brom und Jod* werden die Fette zersetzt; dagegen nehmen sie Schwefel, Selen und Phosphor unverändert in sich auf; mit den erstern erleiden sie nur beim Erwärmen eine Zersetzung.

---

[1]) *Lehmann*, Simon's Beitr. Bd. 1. S. 63—76.

[2]) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de méd. 4 Sér. T. 19. p. 73.

Durch concentrirte *Mineralsäuren* werden sie umgewandelt, und zwar meist in Fettsäuren, und bei Anwendung von Schwefelsäure liefern sie auch saures schwefelsaures Glycerin.

Stearinsaures Lipyloxyd, *Stearin*, *Talgstoff*, stellt eine rein weisse Masse dar; aus alkoholischer Lösung beim Erkalten ausgeschieden, bildet es schneeweisse, glänzende Schuppen; unter dem Mikroskop erscheint es meist in viereckigen Tafeln, die fast quadratischen gleichen, allein (nach *C. Schmidt*[1]) rhombisch mit den Winkeln $= 90^{\circ}\ 5'$ sind; seltner sind kurze rhombische Prismen (dicke rhombische Platten), deren Flächenneigungen *C. Schmidt* $67^{\circ}\ 40'$ und $52^{\circ}\ 40'$ fand; schmilzt bei $+ 62^{0}$, erstarrt beim Erkalten nicht krystallinisch, ist brüchig, trocken, leitet Galvanismus nicht, löst sich in kaltem Alkohol nicht, in heissem wenig, in Aether aber sehr leicht. Bei der trocknen Destillation liefert dieses Fett Stearinsäure, Margarinsäure und die Zersetzungsproducte des Glycerins; bei der Verseifung Stearinsäure und Glycerin.

Margarinsaures Lipyloxyd, *Margarin*, ist weiss, fest, aus Alkohol krystallisirt bildet es ein lockres, weisses Pulver, welches unter dem Mikroskop sehr feine oft gekrümmte Nadeln zeigt, die meist so gruppirt sind, dass sie von einem Punkte als Kern ausgehen und somit einen Wirtel feiner haarförmiger Fäden bilden, schmilzt bei $+ 48^{\circ}$, löst sich wenig in Alkohol, leicht in heissem Aether; aus beiden Lösungen scheidet es sich beim Erkalten in perlmutterglänzenden Schuppen aus, gibt bei der Verseifung Glycerin und Margarinsäure.

Oelsaures Lipyloxyd, *Elaine*, *Oelstoff* ist ein farbloses Oel, leitet galvanische Electricität nicht, erstarrt bei niedern Temperaturen, wird an der Luft ranzig, ist nie ganz frei von Margarin und Stearin, gibt jedoch bei der Verseifung ausser Glycerin und Oelsäure eine solche Menge Margarinsäure, dass diese nicht blos von der Zersetzung des Margarins hergeleitet werden kann.

Darstellung. Aus dem wiederholt unter Wasser umgeschmolzenen und gereinigten Zellgewebsfett können vorerwähnte Fettarten auf verschiedene Weise, jedoch selten vollkommen rein dargestellt werden. Gewöhnlich löst man das Fett in siedendem Alkohol auf, beim Erkalten scheidet sich das Stearin und ein grosser Theil des Marga-

---

[1]) *C. Schmidt*, Entwurf etc. S. 84.

rins in Krystallschuppen aus; im erkalteten Alkohol bleibt fast nur das Elain aufgelöst; das Margarin gewinnt man am reinsten aus solchen Fetten durch Auflösen in heissem Alkohol, in welchen, wie z. B. im Menschenfett und Pflanzenfetten, gar kein Stearin enthalten ist; auch durch starkes Auspressen zwischen Fliesspapier trennt man ziemlich gut das Elain von dem Stearin und Margarin, indem erstres bei gewissen Wärmegraden in das Papier eindringt; Elain erhält man ziemlich rein auch, wenn man ein Fett nur mit der Hälfte des Kalis digerirt, welches zur vollkommnen Verseifung nothwendig wäre; dann wird nämlich nur das Stearin und Margarin verseift, nicht aber das Elain. In ähnlicher Weise wurden die entsprechenden Säuren, aber meist viel reiner, erhalten, wie oben erwähnt.

Prüfung. Es tritt zuweilen der Fall ein, dass es nicht leicht ist, zu unterscheiden, ob in einem Objecte Lipyloxydsalze oder die entsprechenden Fettsäuren enthalten sind; bei geringen Mengen kann man natürlich auf die saure Reaction oder die Bildung von Glycerin nicht rechnen; das einfachste Mittel ist in solchen Fällen, das mit etwas Essigsäure behandelte alkoholische Extract mit Aether auszuziehen, und den Rückstand der Aetherlösung durch Digestion mit Wasser von andern Substanzen zu befreien; die rückständigen Fetttheile sind dann in Alkohol zu lösen und mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd in Alkohol zu versetzen; wird dadurch auch auf Zusatz von etwas Ammoniak kein Niederschlag hervorgebracht, so sind nur Lipyloxydsalze aber keine freien Fettsäuren vorhanden.

Das freie Fett in thierischen Flüssigkeiten, Geweben und Zellen pflegt man am gewöhnlichsten und auch am besten durch das Mikroskop zu diagnosticiren; die Bläschen, in welchen das Fett gewöhnlich erscheint, sind so leicht unter dem Mikroskop zu unterscheiden, dass, wer nur einige Male durchs Mikroskop geschaut hat, nicht leicht etwas anders damit verwechseln kann; das elainärmere, consistentere Fett kommt aber zuweilen in knolligen, wurstförmigen, nur schwach durchscheinenden Klumpen vor, die nicht so leicht als Fett zu erkennen sind; hier muss die chemische Untersuchung der mikroskopischen Untersuchung ebenso zu Hülfe kommen, wie in den Fällen, wo die Fettbläschen, z. B. in vielen Zellen, so klein sind, dass sie auch bei den stärksten Vergrösserungen nur als dunkle Punkte oder Granulationen erscheinen. Viele Histologen behaupten nun, diese Pünktchen und Klümpchen unter dem Mikroskop sehr leicht durch ihre Löslichkeit in Aether unterschieden zu haben; allein leicht ist die Extraction des

Fettes aus den Zellen durch Aether keineswegs, da bekanntlich der Aether unter dem Mikroskop durch seine schnelle Verdunstung die Beobachtung einzelner Zellen sehr schwierig, ja meist unmöglich macht. Man muss daher, ehe man beobachtet, Aether wiederholt auf das Object bringen und wieder abfliessen lassen, oder feine Gewebsdurchschnitte geradezu vorher mit Aether digeriren; leider werden aber durch den Aether die Zellen und andere Gewebstheile oft so verzerrt, dass selbst nach längerem Einweichen in Wasser eine scharfe Beobachtung nicht mehr möglich ist; fast ebenso geht es in den meisten Fällen mit dem Alkohol, durch den indessen manche Theile, z. B. Nervenfasern, in vorher wohl präparirten Stücken oft recht gut entfettet werden können. Alkali ist zur etwaigen Verseifung dieser Fette auch nicht gut anzuwenden, da es oft eiweissartige Theile viel eher auflöst, als die Fette. Wir werden aber im zweiten Theile dieses Werkes sehen, dass einzelne Histologen in Geweben Fettkörnchen gefunden zu haben glauben, die eher alles andre als Fett enthielten, und dass man auf unvollständige Versuche nur zu eilig Theorien über Verfettung der Zellen und Gewebe zu begründen wagte.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Die Fette finden sich nicht blos im Thierreiche, sondern auch in den Pflanzen, vorzüglich in den Saamen und Fruchtkernen derselben; aus ihnen gewinnt man insbesondre die sogenannten fetten Oele und einige butterartige Fette, z. B. Cacaobutter, Palmöl u. s. w. Fast in allen Thieren und thierischen Theilen hat man Fette gefunden; nur in den untersten Thierclassen vermisst man das Fett fast gänzlich. In den höhern Organismen finden wir das meiste Fett, gemengt aus den oben genannten einzelnen Lipyloxydsalzen, im Zellgewebe abgelagert und zwar in Form ovaler oder polyedrischer Zellen.

Sehr selten hat man einzelne der genannten Fette unvermengt gefunden, und zwar nur auf mikroskopischem, nicht auf chemischem Wege; so fand *C. Schmidt* (nach *Bergmann* [1]) und *Vogt* [2]) im Dotter der Frösche und der Geburtshelferkröte deutliche Stearinkrystalle; ich fand mehrmals, aber nicht constant, im Eiweiss 3 bis 6 Tage lang bebrüteter Eier Aggregate feiner Nadeln, die nach den wenigen Proben, die damit gemacht werden konnten, aus Margarin bestanden.

---

[1]) *Bergmann*, Müller's Arch. 1841. S. 89.

[2]) *C. Vogt*, Entwicklung der Geburtshelferkröte. Solothurn 1842. Einl.

Berücksichtigen wir zuerst das Vorkommen des Fetts in den verschiedenen Theilen des menschlichen Körpers im normalen Zustande, so finden wir zunächst grössere Fettanhäufungen, welche selbst in den letzten Stadien auszehrender Krankheiten fast nie völlig schwinden, wo das Fett also einen integrirenden Bestandtheil gewisser Organe auszumachen scheint; ferner Fett in Theilen, wo seine Quantität höchst veränderlich ist, bald ausserordentlich gering, bald höchst bedeutend gefunden wird, und endlich Organe, in denen sich nur höchst selten Fettanhäufungen vorfinden. Am constantesten scheint das Fett in der *Augenhöhle* und am Herzen vorzukommen; so oft und leicht wir auch das den ganzen Sehapparat umhüllende Fett in allerhand Krankheiten abnehmen sehen, indem wir ein tieferes Zurücksinken des Augapfels in die Orbita bemerken, so ist doch nie gänzlicher Mangel der Augenhöhle an Fett beobachtet worden. Dasselbe gilt von dem das *Herz* umgebenden und in dessen Faserbündel eindringenden Fett; dieses schwindet nie völlig; auch dürfte wohl das die *Gesichtsmuskeln* umgebende und durchdringende Fett nie ganz verloren gehen; jedem, der einmal die Gesichtsmuskeln eines Leichnams präparirt hat, ist bekannt, wie fettreich die ganze Gesichtsparthie des menschlichen Körpers ist.

Grössere Fettanhäufungen, die jedoch nicht so wesentliche, integrirende Theile der Organe sind und öfter fast ganz verschwinden, trifft man hauptsächlich unter der *Lederhaut* in dem die *Muskeln* bedeckenden *Zellgewebe;* ferner auch in den Zwischenräumen zwischen mehrern grossen Muskeln, an den Glutäen, auf der Fusssohle, in der innern Fläche der Hand; häufig werden *Sehnen* von Fettsäckchen umhüllt; oft ragen dieselben auch zwischen den Enden der Knochen in die Gelenke, und bilden unter dem Namen der *Havers'schen Drüsen* eigne Fettpolster. Grosse Depots von Fett zeigen sich gewöhnlich im *Netz* und um die Nieren herum als *folliculus adiposus renum*, der in der Regel ein margarinreicheres, härteres Fett als andre Theile enthält.

Die *weiblichen Brüste* sind immer stark mit Fettmassen durchzogen, so dass selbst die stärksten, prallsten Brüste oft wenig Milch geben, da sie durch die Fettablagerung allein aufgetrieben sind.

Das *Knochenmark* besteht seinem grössten Theile nach aus Fett, welches selbst in mehrern Knochenkrankheiten, wie z. B. in der *Osteomalacie* nicht nur nicht vermindert, sondern oft ausserordentlich vermehrt ist. Dieses Knochenfett ist übrigens ganz identisch mit dem

gewöhnlichen Zellgewebsfett, nur dass sich etwas mehr Elain, besonders in osteomalacischen, vorfindet.

Alle andern Theile des thierischen und besonders des menschlichen Körpers sind von Fett durchdrungen; am wenigsten Fett, ja zuweilen kaum Spuren davon findet man in dem *Lungengewebe*, in der männlichen *Eichel* und der *Clitoris*, so wie, wenn man von den sg. unverseifbaren Fetten absieht, im *Gehirn*.

Von dem Vorkommen des Fetts in *thierischen Flüssigkeiten* ist schon in dem Obigen die Rede gewesen. Im normalen Zustande ist der Fettgehalt des Blutes wenig variabel, und nach *Boussingaults* [1]) zahlreichen Untersuchungen von genossener fettreicher Nahrung vollkommen unabhängig. Im normalen Blute findet sich 0,14 bis 0,33% Fett. *Boussingault* fand im Blute von Hunden, mochten sie fettreiche oder fettarme Nahrung geniessen, 0,2 bis 3, 0% und in dem von Vögeln 0,4% Fett. *Tiedemann* und *Gmelin* fanden den *Chylus* stets sehr fetthaltig; die milchige Trübung desselben so wie der *Lymphe* rührt hauptsächlich von suspendirtem Fett her.

In dem Chylus eines Hundes konnte ich nichts von *Boudet's* Serolin auffinden; das mit Aether ausgezogene Fett war ölartig, und liess aus siedendem Alkohol nichts beim Erkalten niederfallen; auch war es grösstentheils verseifbar.

Hiernach scheint sich *Schultz's* Beobachtung [2]) zu bestätigen, dass das Fett des Bluts consistenter sei als das des Chylus; hinzuzufügen dürfte sein, dass die Fette des Bluts meist verseift oder unverseifbar sind, während die des Chylus den gewöhnlichen Lipyloxydsalzen entsprechen.

Cl. Bernard [3]) hat neuerlich in einer vortrefflichen Untersuchung die schlagendsten Beweise dafür geliefert, dass die Fette durch den pankreatischen Saft verdaut werden, d. h., dass die Fette weder durch Magensaft, noch durch Galle (wie *Brodie* [4]) gefunden zu haben glaubte), in emulsiven Zustand übergeführt und dadurch resorbirbar gemacht werden. Wenn aber *Bernard* aus einem Versuche, wo er durch Digestion von pankreatischem Safte mit Fett dieses in Fettsäuren und Glycerin zersetzt fand, schliessen zu dürfen glaubt, dass auch während der Verdauung alles Fett in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren zerlegt werde, so widerspricht dieser Ansicht die eben erwähnte

---

[1]) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 24. p. 460—44.

[2]) *Schultz*, System der Circulation. 1836. S. 131.

[3]) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de méd. 4 Sér. T. 19. p. 60—81.

[4]) *Brodie*, Quart. journ. of science. Jan. 1823.

Thatsache, dass der Chylus im Verhältniss zum Blut nur sehr wenig verseiftes, dagegen sehr viel unverseiftes Fett enthält.

In der Lymphe hat *Marchand* und *Colberg* öliges und krystallinisches Fett gefunden.

Rücksichtlich der Lebensalter ist die Fettanhäufung im menschlichen Körper sehr verschieden; den Fötus finden wir gewöhnlich durchaus nicht fett; doch kommen im Omentum und am Rücken bereits einige Fettklümpchen vor; zu früh geborne Kinder zeigen kurz nach der Geburt viel rundere Formen, als später, wo sie, deren Organismus noch nicht völlig für das Luftleben vorbereitet ist, sehr bald abmagern und viel Fett durch den Darmkanal verlieren; Herz- und Gesichtsmuskeln sind meist schon reichlich mit Fett durchzogen. Neugeborne sind in der Regel ziemlich prall und rundlich, indem unter der Haut sich bereits viel Fett abgelagert hat. Während der Kindheit bleibt der Organismus meist reich an Fett; erst mit eintretenden Geschlechtsfunctionen nimmt die Fettablagerung wieder ab, tritt aber von Neuem im höhern Mannesalter wieder ein und erreicht da zuweilen eine enorme Ausdehnung, wie sonst in keinem Lebensalter vorkommt. Erst das höhere Alter zehrt diese Fettdepots wieder auf, bis der *Marasmus senilis* sie fast ganz vernichtet.

Schon eine oberflächliche Vergleichung der beiden Geschlechter zeigt, dass der weibliche Organismus weit mehr Fett enthält und weit geneigter zur Fettablagerung ist, als der männliche; mehr als alles andre deuten darauf die rundlichen Formen und gleichmässigen Wölbungen des weiblichen Körpers hin, die selbst durch dem Fett sonst sehr feindliche Einflüsse nicht ganz vernichtet werden können.

Unter besondern physiologischen Verhältnissen finden wir bald eine Zunahme bald eine Abnahme von Fett im thierischen Organismus. So findet bei sehr reger Geschlechtsthätigkeit keine Fettzunahme statt, im Gegentheil zuweilen bedeutende Abmagerung, sobald die Geschlechtsthätigkeit krankhaft zu werden beginnt. Castraten unter Menschen und Thieren sind dagegen sehr zum Fettwerden geneigt, so wie Frauen, die nicht mehr concipiren; manche männliche Thiere sollen nach *Alb. Haller* in der Brunstzeit das Mark aus den Knochen verlieren.

Allgemein bekannt ist, dass grosse *Muskelthätigkeit* der Fettablagerung nicht nur hinderlich ist, sondern dieselbe sogar aufhebt. Das Fleisch der Araber, so wie das aller Naturmenschen und der meisten wilden Thiere ist fettarm; dagegen die cultivirten Nationen

und ihre zur Nahrung unterhaltenen Hausthiere wegen der geringern Muskelaction im Allgemeinen weit fetter sind. Jedem Oekonomen ist bekannt, dass die Pferde im Sommer selbst bei sehr reichlichem Futter magerer werden, im Winter aber bald wieder fett. Die ganze Kunst, die Hausthiere zu mästen, beruht ja grösstentheils darauf, den Thieren bei guter Nahrung wenig Bewegung zu gestatten.

Welchen Einfluss die Nahrung selbst auf die Fettablagerung habe, beobachten wir täglich an Menschen und Thieren.

Wir schweigen von dem unbestreitbaren Einflusse, den Temperament und Gemüthszustände auf die Wohlbeleibtheit oder Magerkeit des menschlichen Organismus äussern [1]).

Erstaunenswerth ist oft die Schnelligkeit, mit welcher in acuten, wie in chronischen Krankheiten das Fett im thierischen Körper schwindet; doch jedem Arzte kommen dergleichen Fälle täglich vor; hier finde nur noch die gewiss von manchem Arzte schon gemachte Beobachtung eine Stelle, dass nämlich Tuberculöse, obgleich die Lunge schon sehr destruirt sein kann, oft sehr wenig oder gar nicht abmagern, wenn die Krankheit von einem Leberleiden, namentlich Fettleber oder Muskatnussleber, begleitet ist. Zuweilen ist die Abmagerung in solchen Fällen so gering, dass Aerzte, die nicht mit der physikalischen Diagnostik vertraut waren, die Natur und die Gefahr des Leidens ganz verkannten.

Dass die Milch unter den thierischen Flüssigkeiten eine der reichsten an Fett ist, bedarf wohl kaum der Erwähnung. In der Frauenmilch hat man im Durchschnitt 2,9% Fett gefunden; über die Vermehrung und Verminderung des Milchfettes bei verschiedenen Thieren oder unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen wird im zweiten Theile dieses Werks in dem betreffenden Capitel die Rede sein.

Der Fettreichthum des Eiters ist besonders seit *Güterbock* hervorgehoben worden; es wurden oft 5% Fett darin gefunden.

Schon oben wurde erwähnt, dass auch im Blute Fette und zwar meist verseifte vorgefunden werden; in mancher Krankheit sammeln sich jedoch auch unverseifte Fette im Blute in grosser Menge an. Obgleich wir hierauf später bei der Betrachtung krankhaften Blutes ausführlicher zurückkommen müssen, so sei hier nur die Bemerkung er-

---

[1]) Man vergleiche *Haller*, der am ausführlichsten alle hieher gehörigen Thatsachen gesammelt hat, im 1. Bd. seiner Physiologie.

laubt, dass eine solche Anhäufung freien Fettes im Blute zwar bei Säufern, wie gewöhnlich angegeben, vorzukommen pflegt, allein nur, wenn bereits Leberleiden eingetreten ist, und zwar die sog. Lebergranulation, möge dieselbe nun eigentliche Granulation sein, nämlich Ausscheidung eines colloidähnlichen Exsudats mit Volumenverminderung der Leber oder jene Art von Granulation, wo nur einzelne Leberläppchen (?) hie und da mit Fett infiltrirte Zellen zeigen.

Pathologische Ablagerungen von Fett, theils in Zellen eingeschlossen, theils frei, kommen vor ausser in der *Leber*, wo sie am häufigsten sind, in der *Niere*, *Milz*, in gelähmten *Muskeln*, am *Herzen* und an andern Organen, zuweilen auch in *Balggeschwülsten* abgekapselt. Diese sogenannte Fettmetamorphose einzelner Organe wird noch im zweiten Theile dieses Werks unter den betreffenden Geweben und Organen ihre besondre Besprechung finden. Hier sei nur soviel zu erwähnen erlaubt, dass die sog. fettigen Entartungen der Organe entweder ohne vorangegangenes anderweitiges Exsudat durch eine unmittelbare Ablagerung von Fett in das Gewebe oder die Zellen oder das Bindegewebe entstehen, oder (was viel häufiger ist) nach Resorption physiologischer oder pathologischer Gewebe oder Exsudate an deren Stelle abgelagert werden. Der letztgenannte Fall tritt ein bei Lähmung der Muskeln, wo man diese verfettet findet, bei Osteoporose und Osteomalacie, wo man die durch Resorption der mineralischen und organischen Theile porös gewordenen Knochen wie im Fett schwimmend findet; ähnlich mag es sich auch mit der fettigen Entartung der Nieren und Milz verhalten, die manche geradezu für das dritte Stadium oder gar für das eigentliche Wesen der Brightschen Krankheit haben erklären wollen. Wenn man aber eine vollständige Umwandlung der eiweissartigen und faserstoffigen Exsudate in Fett d. h. eine unmittelbare Umsetzung der sogenannten Proteinkörper in Fette zur Erklärung solcher pathologischen Processe angenommen hat, so ist diess eine rein aus der Luft gegriffene Conjectur, die in positiven Erfahrungen nicht den geringsten Halt hat. Man sollte sich, wenn man sich solche Phantasiesprünge erlaubt, wenigstens nicht das Ansehn geben wollen, als sei diess physiologische Forschung in der Medicin.

Es ist ferner eine Thatsache, dass in manchen Zellen, seien dieselben Bestandtheile physiologischer Gewebe oder Producte pathologischer Exsudate, sich wirklich Fett in grösserer Menge ansammelt und dort unter der Form von Bläschen oder häufiger von Körnchen erscheint, so in den Leberzellen, in den Körnchenzellen in alten

apoplektischen Heerden sowohl als in den ähnlichen des Auswurfs bei sehr inveterirtem, chronischem Katarrh: allein es ist unrichtig, wenn man alle stark tingirten, punktirten, granulirten Zellen, namentlich alle Körnchenzellen, für fettreich erklärt. (Darüber im zweiten Theile).

Ueber den Fettgehalt der Fäces in Krankheiten existiren noch keine genauern Untersuchungen; vorläufig bemerke ich, dass ich in den normalen Excrementen immer Fett gefunden habe, besonders aber in diarrhoïschen Stuhlgängen; es lässt sich in den meisten Fällen, wo Beobachtungen über Fettreichthum derselben mitgetheilt werden, gar nicht entscheiden, ob die Fettvermehrung von genossenen Nahrungsmitteln oder fettigen Arzneistoffen herrührte. Am häufigsten will man noch in den Excrementen bei Diabetes (*Simon*[1], *Heinrich*[2]) Fett und zwar ein mehr margarinähnliches, festes gefunden haben; eine entschiedene Fettvermehrung habe ich aber in den Fällen, wo ich die Excremente von Diabetikern untersucht habe, nicht gefunden; der Fettabgang durch den Darm ist also im Diabetes wenigstens keine constante Erscheinung.

Nicht weniger schwierig ist es, ein Urtheil über das Vorkommen von Fett im Harn zu fällen. Auf die ältern Beobachtungen ist gar nichts zu geben, da man damals oft Fettgehalt des Harns diagnosticirte, wenn dieser bei alkalischer Reaction sich mit einem Häutchen überzog, welches man für Fett hielt, aber aus nichts als Erden besteht. Findet man ferner Fetttröpfchen unter dem Mikroskop im Harn, so rührt dasselbe oft, namentlich bei Frauen, von den äussern Genitalien her. Nur bei lentescirendem Fieber habe ich die bisherigen Behauptungen bestätigen können und öfter Fetttröpfchen, jedoch nicht immer gefunden. In dem Harn der Schwangern, wo das sogenannte Kyestheïn vorkommt, habe ich aber constant ein weiches butterähnliches Fett gefunden. Eigentlichen Milchharn oder chylösen Harn, in welchem die eigenthümliche Trübung und Färbung von Fett herrührte, habe ich nicht beobachtet; der Harn solcher Art verdankte seine Eigenthümlichkeit einer Unmasse suspendirter Eiterkörperchen, die bei allen beobachteten Fällen in den Nieren, aber nicht in einem Blasenkatarrh ihren Ursprung hatten. Wo wirklich solcher Milchharn fettreich gefunden worden ist, mag wie bei *Rayer*[4]) der Fettgehalt von absichtlich zur Täuschung des Arztes zugesetzter Milch hergerührt haben.

---

[1]) *Simon*, Beitr. Bd. 1, S. 408.

[2]) *Heinrich*, Häser's Arch. Bd. 6, S. 306.

[3]) *Lehmann*, Wörterb. der Physiol. Bd. 2, S. 9.

[4]) *Rayer*, l'Experience 1848, No. 42.

Für die Diagnose der Bright'schen Krankheit würde es wichtig gewesen sein, wenn sich das bestätigte, was *Oppolzer* muthmasste, dass nämlich der Harn in dieser Krankheit Fett enthalte, wenigstens wenn bereits fettige Entartung der Nieren eingetreten ist. Leider habe ich wenigstens bis jetzt diese Muthmassung nicht bestätigen können; denn selbst wo später sich bei der Section entschiedene Fettnieren fanden, konnte ich im Harn weder mikroskopisch Fettbläschen noch im Aetherextracte Fett auffinden. Nur in einem Falle, wo der aus der Blase bei der Section entnommene Harn neben Fettbläschen auch die bekannten Epithelialcylinder enthielt, waren Fettbläschen zu erkennen. Das stärker tingirte Epithelium der Bellinischen Röhrchen, gleich *Virchow*, für fettreich und solche Zellen als Kennzeichen bereits eingetretener fettiger Entartung anzusehen, halte ich mich nicht für berechtigt.

Ursprung. Wenn wir erwägen, dass in den vegetabilischen Nahrungsmitteln sich bereits grössere oder geringere Mengen Fett vorfinden, und dass wir im thierischen Organismus gerade die gewöhnlichsten Fette des Pflanzenreichs hie und da in grossen Mengen angesammelt finden: so werden wir geneigt, zu glauben, dass die Pflanzennahrung der Thiere ebensowohl ausreiche, um sie mit dem ihm nöthigen Fett zu versehen, als man gefunden oder berechnet hat, dass jene zum Ersatz der unbrauchbar gewordenen stickstoffhaltigen Gewebstheile hinreichende Mengen von eiweissartigen Stoffen enthalte. In diesem Glauben werden wir durch mehrere alltägliche so wie anatomische und rein physiologische Erfahrungen bestärkt. Jedem Oekonomen ist bekannt, dass der Ertrag der Kühe an Butter bei kräftigerem fettreicherem Futter bedeutender ist, als bei fettärmeren, dass in nassen Jahren, wo die Fettbildung in den Pflanzen geringer ist, selbst bei sehr reichlichem Futter die Kühe zwar viel Milch aber weniger Butter, als in trocknen Jahren liefern. Wenn zwei übrigens gleiche Organismen unter gleichen Verhältnissen ungleich fette Nahrungsmittel geniessen, so wird sich auch in beiden ein Unterschied in der Fettablagerung zeigen. Es kann aber durchaus nicht zweifelhaft sein, dass wenigstens ein grosser Theil der Fette aus den Nahrungsmitteln in das Blut gelangt; wir dürfen nur den Chylus nach dem Genusse fettreicher Nahrungsmittel betrachten, um uns zu überzeugen, dass derselbe alsdann durch Fettbläschen in eine vollkommne Emulsion verwandelt ist, während er nach dem Genusse fettarmer Nahrungsmittel von den Lymph- oder farblosen Blut-

körperchen nur schwach getrübt erscheint; ja *Boussingault*[1]) ist es gelungen durch eine Reihe scharfsinniger Versuche nachzuweisen, dass vom Darmkanale aus innerhalb einer bestimmten Zeit nur gewisse Mengen von Fett in den Gesammtorganismus übergehen, dass aber alles überschüssig aufgenommene Fett unverändert mit den Excrementen wieder abgeht. So fand er bei Versuchen an Enten, dass selbst bei dem fettreichsten Futter (in welcher Form das Fett auch in solchem enthalten war) eine Ente in 24 Stunden nicht mehr als 19,2 grm. (also in 1 Stunde = 0,8 grm.) von den ersten Wegen aus aufzunehmen im Stande war.

Es hatte sich in dem letztverflossenen Jahrzehent ein heftiger, hartnäckig fortgeführter Streit über die Frage erhoben, ob der thierische Organismus nicht auch die Fähigkeit besitze, aus andern Nährstoffen, als bereits präformirtem Fett, sich das ihm nöthige Fettmaterial zu erzeugen. *Dumas*, *Boussingault*[2]) und einige andre Forscher[3]) Frankreichs suchten durch directe Versuche zu erweisen, dass die pflanzenfressenden Thiere mit ihrer Nahrung hinreichendes Fett aufnähmen und dass der thierische Organismus deshalb gar nicht das Bedürfniss habe, Fett zu erzeugen, während *Liebig* und seine Schule[4]) aus ganz ähnlich ausgeführten Versuchen zu der entgegengesetzten Ansicht geleitet wurden. Indem sie fanden, dass gewisse Thiere z. B. nach der Mästung mehr Fett enthielten, oder mit der Milch und den Excrementen mehr Fett entleerten, als sie in der Nahrung aufgenommen hatten: gelang es ihnen, den Beweis zu führen, dass der Thierkörper die Fähigkeit besitzen müsse, aus andern organischen Substanzen Fett zu bilden. Die Streitfrage kam leider deshalb lange Zeit nicht zur Entscheidung, da beide Theile sich über das, was sie Fett in den Nahrungsmitteln nannten, nicht geeinigt hatten; die französischen Forscher nahmen nämlich alles für Fett, was sich aus den Vegetabilien durch Aether ausziehen liess, während *Liebig* natürlich nur das als Fett berechnete, was ausser der Löslichkeit in Aether alle übrigen Eigenschaften der Fette theilte. *Liebig* berief sich ausserdem auf früher von *Huber* angestellte und später von *Gundelach* wiederholte Versuche, welche zu

---

[1]) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 19, p. 117—125 et T. 25 p. 730—733.

[2]) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 12, p. 153.

[3]) *Letellier*, Ann. de Chim. et de Phys. T. XI, p. 433. *Persoz*, Compt. rend. T. 18, p. 245. *Payen* und *Gasparin*, Compt. rend. T. 18, p. 797.

[4]) *Playfair*, Philosoph. Mag. T. 22, p. 281.

beweisen schienen, dass die Bienen bei Fütterung mit reinem Zucker Wachs zu erzeugen im Stande seien. Später überzeugte sich *Dumas* mit *Milne Edwards* [1]), dass die Bienen zwar nicht mit reinem Rohrzucker längere Zeit genährt werden konnten, dass sie aber bei dem Genusse eines sehr wachsarmen Honigs aus dem Zucker desselben in der That Wachs zu erzeugen vermögen. *Boussingault* [2]) *Persoz* [3]) so wie andre haben sich später durch wiederholte Versuche an Schweinen, Enten und Kühen von der Richtigkeit der Liebig'schen Ansicht überzeugt, so dass jetzt wohl jener Streit als ausgekämpft zu betrachten ist.

Alle diese Versuche sind jedoch nur auf statistischem Wege (d. h. durch Vergleichung der Ausgaben mit den Einnahmen des Organismus) ausgeführt worden; sie liefern nichts mehr als den allgemeinen apodiktischen Beweis, dass unter manchen Verhältnissen Fett innerhalb des Thierkörpers gebildet werden müsse: allein vollkommen unbeantwortet lassen sie die Fragen: ob auch bei hinreichendem Fettgenuss der Thierkörper noch von seiner Fähigkeit Gebrauch mache, aus andern Substanzen Fett zu erzeugen? ferner wo eigentlich die Stätte sei, an der die Fettbildung vor sich gehe? und endlich auf welche Weise, durch welchen Process und nach welcher chemischen Gleichung sich das Fett aus Stärkmehl oder stickstoffhaltigen Stoffen herausbilde?

Was die erste nächstliegende Frage betrifft, ob sich der Organismus *stets seines Fettbildungsvermögens bediene*, so lässt sich diese nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse um so weniger beantworten, als die beiden andern Fragen erst eine genügende Antwort erfahren haben müssen, ehe sich über diese mit Sicherheit entscheiden lässt. Da selbst in den gewöhnlichen vegetabilischen Nahrungsmitteln nach *Boussingault* Fett genug enthalten ist, um das bei den Functionen des Thierkörpers verloren gehende wieder zu ersetzen, so sollte man glauben, dass nur bei Mangel an Fett in den Nahrungsmitteln, bei nicht ausreichender Fettzufuhr solches aus andern Stoffen erzeugt werde. Gegen diesen teleologischen Grund spricht jedoch, dass, wenn im thierischen Organismus einmal die Bedingungen zur Fettbildung gegeben sind, dieser Process gewiss auch von Statten gehn wird ohne Rücksicht auf das Plus oder Minus zugeführten Fettes. Dass aber dieser

[1]) *Dumas* und *Milne Edwards*, Journ. de Pharm. et de Chim. 3 Sér. T. 14, p. 400.

[2]) *Boussingault*, Compt. rend. T. 20, p. 1726.

[3]) *Persoz*, ebendas. T. 21, p. 20.

Process abnormer Weise zuweilen excessiv wird, ist durch vielfache pathologische Erfahrungen erwiesen.

Im Bezug auf die *Stätte der Fettbildung* ist man nach *Liebig*, *Scherer* und Andern darin ziemlich übereinstimmend gewesen, diese in den ersten Wegen zu suchen. An stricten Beweisen fehlt es aber dieser Ansicht; es hängt hierbei allerdings sehr viel davon ab, ob man das Fett aus eiweissartigen, also stickstoffhaltigen Materien oder aus Stärkmehl, Zucker und dergleichen stickstofffreien Substanzen entstehen lässt. Nach *Liebig's* Vorgange ist die letztere Ansicht die gewöhnliche: allein gerade ihr widersprechen mehrere physiologische Thatsachen. Würde nämlich Fett schon in den ersten Wegen aus dem Stärkmehl der Vegetabilien gebildet, so müsste der Chylus gerade nach pflanzlicher Kost reicher an Fett erscheinen, als nach fettreicher animalischer Kost; so oft man auch seit *Tiedemann* und *Gmelin* hierüber Beobachtungen angestellt hat, immer hat sich das Gegentheil ausgewiesen d. h. nach vegetabilischer Nahrung ein fettärmerer Chylus. Andrerseits hat aber auch *Boussingault* [1]) in seinen neueren Versuchen an Enten nie gefunden, dass der Fettgehalt der Darmcontenta nach Fütterung mit Stärkmehl oder Zucker sich vermehre, was doch gewiss der Fall gewesen sein würde, wenn schon hier eine Umwandlung solcher Stoffe in Fett statt fände. Auch *Thomson* [2]) ist bei seinen Versuchen über den Einfluss verschiedener Futterarten auf die Erzeugung von Milch und Butter zu dem Schlusse gelangt, dass Zucker keinen Antheil an der Erzeugung des Fettes nimmt. Das Vorkommen wasserstoffreicher Gase im Darme, die bekannte Reduction schwefelsaurer Alkalien zu Schwefellebern bei der Verdauung im Darmkanale dürfte vielleicht eine Reduction der sog. Kohlenhydrate: Stärkmehl, Zucker u. s. w. nicht unmöglich erscheinen lassen, allein bei dem Mangel aller nähern Nachweise möchte diese Ansicht jenen Thatsachen gegenüber für jetzt kaum haltbar sein. *H. Meckel* [3]) hatte zwar aus einigen Versuchen schliessen zu dürfen geglaubt, dass Zucker durch Galle in eine Art von Gährung versetzt werde, bei welcher jener in Fett übergehe: allein *Meckel*, der alles in Aether lösliche für Fett hielt, hatte zu beachten vergessen, dass sein ätherisches Extract nicht blos Fett, sondern auch die in Aether löslichen Producte zersetzter Galle enthielt;

---

[1]) *Boussingault*, a. o. a. O.

[2]) *Thomson*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 228—243.

[3]) *Meckel*, de genesi adipis in animalibus. Diss. inaug. Hal. 1845.

er gewann aus mit Zucker versetzter Galle nur deshalb mehr Aetherextract, als aus der ohne Zucker digerirten, weil durch die Gegenwart von Zucker die Zersetzung der Galle und die Bildung in Aether löslicher Producte (namentlich freier Gallensäuren) sehr beschleunigt wird. So wie also die Thatsachen für jetzt vorliegen, hat es nicht den Anschein, als ob im Darmkanale aus Zucker und Stärkmehl Fett erzeugt werde, zumal da diese Stoffe nach *Boussingault's* Versuchen viel zu schnell aus dem Darmkanale resorbirt werden, ehe sie einer Fettgährung hätten unterliegen können.

Liebig hat die Möglichkeit eingeräumt, dass auch *aus stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln Fett* erzeugt werde. Für diese Ansicht würden vielleicht einige der von *Boussingault* an Enten gemachten Beobachtungen sprechen. Dieser Naturforscher fand nämlich nach Fütterung der Enten mit fettfreiem oder fettarmem Albumin und Caseïn in den Darmcontentis dieser Thiere immer mehr Fett, als nach längerem Hungern oder nach Fütterung mit Thon, Stärkmehl oder Zucker. Wollte man daher nicht eine Absonderung von Fett im Darmkanale und zwar nur nach dem Genusse stickstoffhaltiger Körper annehmen (eine Annahme, für die wir sonst kein Zeugniss haben), so müsste man zugeben, dass diesen Versuchen nach aus fettfreiem Eiweiss in den ersten Wegen etwas Fett erzeugt werde. Allein einerseits ist die Zunahme des Fettes im Darm nach Eiweissfütterung so gering und andrerseits sind der Versuche auch so wenig, dass eine so wichtige Frage durch sie noch nicht zur Entscheidung gebracht werden kann. Es wäre übrigens recht wohl möglich, dass mit der Verdauung stickstoffhaltiger Nahrungsmittel eine erheblicher vermehrte Gallenabsonderung verbunden sei, als mit der der stickstofffreien, und dass die Fette so wie die Zersetzungsproducte der Galle in den angezogenen Versuchen das Aetherextract der Darmcontenta nach stickstoffhaltiger Nahrung vermehrt haben. Es ist aber bereits oben erwähnt, dass in den festen Excrementen fast nur in Aether lösliche Gallenresidua gefunden werden.

Da wir den vorliegenden Thatsachen nach den Sitz der Fettbildung in den ersten Wegen anzunehmen wenigstens für jetzt noch nicht berechtigt sind: so würden wir denselben wohl unter den im Blute ablaufenden Processen suchen müssen, wenn wir es nicht vorzögen, lieber offen zu bekennen, dass sich für jetzt über die Bildungsstätte des Fettes noch gar nichts Bestimmtes aufstellen lässt.

Es bliebe sonach die dritte Frage zu beantworten übrig, nämlich: *wie* das Fett sich aus andern Stoffen bilde, wenn nicht schon aus dem

Vorstehenden hervorginge, dass uns zur Beantwortung dieser Frage jeder Anhaltspunkt abgeht. Kennen wir bei einem Processe die einzelnen Factoren desselben, seine Substrate nicht, so ist an eine wissenschaftliche Deutung desselben nicht zu denken; trotz dem hat man es nicht an Fictionen fehlen lassen, um die Entstehung des Fettes aus Zucker oder Protein zu veranschaulichen. Man hat sich dabei auf eine kaum hieher gehörige Thatsache gestützt, nämlich auf die Buttersäuregährung des Zuckers und Stärkmehls; wir haben aber schon oben (S. 36) nachgewiesen, dass kein Grund vorhanden ist, die Buttersäure zu den Fetten zu zählen, und dass die Bildung von Metacetonsäure, Essigsäure und Ameisensäure dann eben so gut einen Fettbildungsprocess beweisen könnten, als die Bildung von Buttersäure. Wir können daher jene Ansicht zur Zeit nur als eine durch chemische Zeichen deutbare Fiction ansehen; möglich, dass spätere Erfahrungen ihr mehr Stützen geben; für jetzt entbehrt sie des wahrhaft wissenschaftlichen Grundes.

Nutzen. Wir können die Verwendung des Fettes im thierischen Körper betrachten als zu mechanisch-anatomischen Zwecken, zu physikalisch-physiologischen und chemisch-physiologischen.

Der Nutzen des in dem Bindegewebe des Thierkörpers abgelagerten Fettes ist zunächst fast nur ein rein physikalischer. Halten wir uns zunächst daran, dass das Fett im lebenden Körper meist flüssig angetroffen wird, so werden sich schon hieraus einige dem Thierkörper höchst nützliche Eigenschaften herleiten lassen. Obgleich nämlich das Fett in einzelne Fächer und Zellen eingeschlossen ist, so besitzt es doch trotz dem noch eine solche Beweglichkeit, dass es gleich freiem Wasser den Druck nach allen Richtungen hin gleichförmig fortpflanzt. Es ist zwar jedem aus der Physik bekannt, dass eine mit Wasser vollgefüllte Blase sich nicht in jede beliebige Form bringen lässt, ohne zu zerplatzen; allein wir wissen, dass sich in einer solchen der von einer Seite her ausgeübte Druck nach allen Seiten hin gleichförmig verbreitet. Denken wir uns nun eine Menge solcher Blasen an einander gelegt und eingeschlossen in einen grössern Raum, so wird sich der auf eine Blase ausgeübte Druck durch alle andern fortpflanzen, und wir haben eine Vorstellung von der gleichförmigen Verbreitung eines äussern Drucks durch das adipöse Gewebe. Allein nicht blos gegen äussere Stösse wird auf diese Weise der Körper einigermassen gesichert; auch beim Springen und Fallen nehmen die sich in die Gelenke hinein erstreckenden *Havers*'schen Drüsen den Stoss auf, und vertheilen ihn auf

eine grössre Oberfläche, was nach physikalischen Gesetzen an sich den Stoss auf die ganze Oberfläche bedeutender machen muss, allein die Heftigkeit des Stosses auf jeden einzelnen kleinen Theil sehr mindert. Einen ganz ähnlichen Zweck hatte die Natur, als sie auf den Fusssohlen und der Tuberositas Ischii Fettpolster anbrachte; hier vertritt die Fettablagerung ganz die Stelle der Wasserkissen, welche menschlicher Erfindungsgeist zum grössern Comfort geschaffen hat.

Schon *Alb. Haller* hob den grossen Nutzen hervor, den das Fett bei Ausfüllung der Zwischenräume ausübt, welche durch Muskeln, Knochen, Gefässe und Nerven stets übrig bleiben müssen. Der kindliche und weibliche Körper verdankt seine runden Formen hauptsächlich der Einlegung von Fett in das Unterhautzellgewebe. Besonders wird aber hierdurch die grosse Beweglichkeit zwischen den einzelnen Organen und Organtheilen hergestellt. In jedem Theile des thierischen Körpers, wo wir grössere oder geringere Deposita von Fett antreffen, können wir diesen Zweck von der Natur verfolgt sehen. Das Fett dauert daher auch dort am längsten aus, wo es der Natur der Sache nach am nothwendigsten ist, wie am Herzen und in der Augenhöhle. Könnte sich ein so vielfach in sich selbst verschlungener Muskel, wie das Herz ist, so frei, so regelmässig, so leicht bewegen, wenn nicht die Lücken, welche die oft nach ganz entgegengesetzten Richtungen sich zusammenziehenden Muskelfaserbündel übrig lassen, nicht durch Fett ausgefüllt, und die von denselben ausgehenden Gefässe nicht so ganz in Fett eingehüllt wären? Wie würden die Augenmuskeln, ja das ganze Auge sich verhalten, wenn wir im Stande wären, aus der Orbita eines lebenden Menschen alles Fett zu entfernen? Die Muskeln würden ihren Dienst versagen, der Sehnerve würde gedrückt und alles Sehen aufgehoben werden. So finden wir auch in der rundlichen Bauchhöhle, durch welche sich der cylindrische Darmkanal hindurchschlängelt, alle Spalten und Lücken mit Fettmassen gleichsam ausgefüttert; überall, wo daselbst eine Lücke gebildet wird, finden wir im Netz, im Mesenterium und den appendices epiploïcae alles mit Fett ausgestopft; es liegt auf der Hand, dass gerade dadurch alle Reibung und jeder heftige Stoss vermindert und die Möglichkeit einer freien peristaltischen Bewegung dem Darmkanale erst gegeben wird. Den untern Theil des Beckens finden wir vorzüglich mit Fett ausgefüllt, mit einer solchen nachgiebigen Masse, damit die daselbst befindlichen Excretionsorgane sich nach Belieben ausdehnen können. Welchen Anblick müsste ferner ein Gesicht darbieten, wenn alles Fett unter der Haut und aus den Muskeln

desselben geschwunden wäre? Die Ausfüllung der knochigen Ecken und Kanten und der schmalen Gesichtsmuskeln mit Fett ist das Kosmetikum, dessen die Natur sich bediente, um dem menschlichen Antlitze jenen unvergleichlichen Ausdruck zu geben, der es über alle Thiere erhebt. An den Extremitäten ist ein gleicher physikalischer Nutzen keineswegs zu verkennen, wenn auch dort noch das Fett zu andern Zwecken dienen mag.

Finden wir auch in den Extremitäten solcher, die ihre Muskeln stark anstrengen, wenig Fett, so ist dessen Menge doch immer noch hinreichend, um der erwähnten Function vorzustehen.

Das Fett als flüssiger Körper ist ferner ein sehr schlechter Wärmeleiter. Die Natur hat auch diese Eigenschaft des Fettes auf eine bewundernswerthe Weise benutzt, um den thierischen Körper gegen die nachtheiligen Einwirkungen starker Hitze oder Kälte, so wie des schnellen Temperaturwechsels überhaupt möglichst zu schützen. Jeder, dem aus der Physik die Fortpflanzung der Wärme in flüssigen Körpern überhaupt bekannt ist, wird leicht einsehen, dass die Natur erst dadurch, dass sie das Fett in jene kleinen Zellen oder Fächer vertheilte, und so das Auf- und Absteigen der erwärmten oder erkälteten Flüssigkeit hinderte, den genannten Zweck erreichte. Wir umgeben Feuerräume mit stagnirenden Luftschichten, um die Hitze möglichst zusammenzuhalten; wir würden aber diesen Zweck noch weit vollkommener erreichen, wenn es uns gelänge, die Luft in einzelne neben und über einander gestellte Fächer einer so wenig leitenden Materie, wie das Zellgewebe ist, einzuschliessen. Bedenken wir, welche ungeheure Anzahl von mit Fett erfüllter Zellen sich oft unter der Haut fetter Personen befindet, so können wir kaum begreifen, wie es möglich sei, dass ein übrigens gesunder Mensch den Tod durch grosse Kälte finden kann.

Darum finden wir den ganzen Unterleib so mit Fett erfüllt und bedeckt, damit daselbst immerwährend eine höchst gleichmässige Temperatur erhalten werde, so wie sie zu den gerade dort in mannichfachster Art vor sich gehenden chemisch-physiologischen Processen durchaus erforderlich ist; darum dient das fettreiche Netz den Unterleibseingeweiden noch als besondere Hülle. Aus demselben Grunde sind die weiblichen Brüste so mit Fett durchzogen, da diese so frei liegenden Organe bei Mangel an einer schützenden Hülle sehr bald ihre Function nicht mehr würden verrichten können; dagegen ist in den Hoden gar kein Fett und im Scrotum nur wenig enthalten, da diese Organe ihrer

Natur nach mehr kühl erhalten werden sollen und müssen, wie uns die traurigen Folgen des nicht erfolgten adscensus testiculorum lehren. Im Allgemeinen würde die thierische Wärme sich gewiss nicht so gleichförmig im Körper erhalten, wenn nicht alle Organe, wo Stoffwechsel stattfindet, in Fett eingehüllt wären; sehen wir nicht, wie geflissentlich Phthisiker, Greise und Convalescenten die Sonne suchen, wie gern sich abgemagerte Thiere sonnen? Vielleicht ist auch noch zu erwägen, dass das Fett nächst dem Wasser die grösste Wärmecapacität besitzt, es also grosser Wärmemassen bedarf, um den Fettpanzer zu durchwärmen. Dass das Fett in der That den hier ausgesprochenen Nutzen hat, geht wohl auch daraus hervor, dass die Völker des äussersten Nordens so wie mehrere der Tropenländer sich die Haut mit Fett einreiben, um sich vor allzugrosser Kälte oder zu grosser Hitze zu schützen.

Dass das geringe specifische Gewicht der Fette dem thierischen Körper in vielfacher Hinsicht von Nutzen sei, bedarf kaum weiterer Erwähnung; das Schwimmen würde ohne Fett fast unmöglich sein; allein sehen wir das Schwimmen auch nicht für eine nothwendige Fähigkeit des menschlichen Körpers an, so werden wir doch den Nutzen des Fettes in dieser Hinsicht einsehen, wenn wir erwägen, dass, wären die Muskeln nur eines Armes mit reinem Wasser anstatt mit Fett ausgefüllt, die Kraft der ohnedies mehr zur Schnelligkeit als zur Ueberwindung eines Widerstandes geeigneten Muskeln gewiss bedeutend geschwächt werden müsste; denn sicherlich hängt in dem hydrops anasarca die Muskelschwäche nicht blos von der Spannung und der krankhaften Verminderung der Muskelthätigkeit ab, sondern zugleich auch von der durch die Wasseranhäufung und Fettverminderung bedingten Schwere der ganzen Extremität.

Eine der bekanntesten Eigenschaften der Fette ist die, andre Körper geschmeidig und die Reibung zwischen sich bewegenden Theilen so wie die Sprödigkeit der Körper möglichst gering zu machen. Dieser Nutzen liegt rücksichtlich der Muskelbewegung und der Gelenkdrehung auf der Hand. Vorzüglich möchten wir aber in dieser Hinsicht den Nutzen des Fettes in den Knochen hervorheben. Das Fett macht die erdigen Knochen unstreitig viel geschmeidiger, wie sich leicht aus der grossen Sprödigkeit macerirter Knochen ersehen lässt; vorzüglich leuchtet dies ein bei der Krankheit der Knochen, die man unpassender Weise mit dem Namen der Osteomalacie belegt hat; in dieser Krankheit, wo der Verlust an Knochenmaterie ausserordentlich gross ist, so dass ein solcher Knochen nach dem Maceriren wie aus Gaze gewebt

erscheint, sind die meisten Zwischenräume der Knochen völlig mit Fett ausgefüllt; es scheint beinahe, als wolle hier die vis naturae medicatrix die Eigenschaft der Knochen, deren sie in diesem Uebel verlustig gehen, wenigstens einigermassen durch eine übergrosse Fettanhäufung ersetzen.

In den Rippenknochen eines an ausgebildeter Osteomalacie Leidenden fand ich 56,92% Fett neben 24,665% andrer organischer Materie, 15,881% phosphorsaurem und 2,534% kohlensaurem Kalk.

Der Nutzen des Fettes in mechanischer Beziehung ist nach dem allen so überaus klar, dass es überflüssig, ja langweilig erscheinen müsste, noch mehr darüber zu sagen. Wären negative Beweise noch zulässig, so könnte man hinzufügen, dass im Gehirn, in den Lungen sich nie oder höchst selten Fettablagerungen zeigen, da hier das Fett mechanisch nur schaden könnte; äusserer Druck und einige Grade Wärme mehr würden diesen Organen nur schaden. An der Eichel vermissen wir Fett, weil es hier unstreitig die Reizbarkeit dieses Organs beeinträchtigen würde.

Ehe wir zur Betrachtung des chemisch-physiologischen Nutzens der Fette übergehen, sei es noch erlaubt, nur kurz die Ansicht zu berühren, welche lange Zeit in der Physiologie so viel Geltung hatte, dass nämlich jenes im Bindegewebe abgelagerte Fett nichts als ein Nahrungsdepot sei. Dieser in der frühern naturphilosophischen Weise hingestellte Satz fand in allgemeinern Betrachtungen über das Fett- und Magerwerden der Thiere und Menschen unter verschiedenen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen manche Bestätigung: allein nach dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft finden solche zu generell aufgefasste Anschauungsweisen keine Geltung mehr. Wir denken uns nicht mehr, dass im Haushalte der belebten Organismen ein besonderer Verwalter unter dem Titel: Lebenskraft angestellt ist, der in Zeiten des Ueberflusses sammelt und aufspeichert für die Zeiten der Noth; wir wissen aber, dass der Process der Fettablagerung in dem Bindegewebe nicht so einfach ist und dass seine Resorption nicht so leicht erklärlich ist, wie man sonst wohl glaubte. Man darf sich nämlich nicht vorstellen, dass das Fett ganz einfach sich in den Instertitien des Zellgewebes ansammle und aus diesen etwa ebenso schnell wieder weichen könne, wie etwa zuweilen das darin angesammelte Wasser bei Hydrops anasarka. Das Fett ist in den Zwischenräumen des Bindegewebes nicht frei enthalten, sondern noch in besondern von einer eiweissartigen Hülle umgebenen Zellen eingeschlossen,

denen es anfangs nicht an einem Nucleus, dem sog. Cytoblasten, fehlt. Das Fett sammelt sich also im Zellgewebe nur unter Vermittlung der Zellenbildung an; um so schwieriger ist es daher auch in vielen Fällen zu erklären, wie das Fett so schnell aus dem Bindegewebe schwinden kann. Man ist nicht einmal darüber völlig einig, ob mit dem Fette bei dessen Resorption zugleich auch die ganze Zelle resorbirt wird oder ob diese, wie *Gurlt* [1]) behauptet, anstatt des Fettes mit Serum erfüllt zurückbleibt. Um die an Menschen und Thieren im gesunden wie im krankhaften Zustande gemachten Beobachtungen über Fettzunahme oder Abnahme zu deuten, dürfen wir uns nur erinnern, dass die Fettzellen gleich den meisten thierischen Zellen in immerwährender Wechselwirkung zu der übrigen Säftemasse und daher besonders zum Blute stehen. Die Constitution des Blutes reflectirt sich in allen thierischen Theilen, und endosmotische Strömungen und Gegenströmungen müssen alsbald eintreten, sobald eine der betreffenden Flüssigkeiten eine Veränderung erleidet. Es ist gar nicht nöthig, dass wir mit *Mascagni* für jede Fettzelle eine Arterie und eine Vene annehmen, schon die bis jetzt erforschten Verhältnisse der Endosmose machen uns die verschiedenen Erfolge jener Wechselwirkung zwischen Nahrungssaft und Fettzelle erklärlich. Bei schnellem Abmagern, zumal in jenen Zuständen, die man heutzutage Anämie zu nennen pflegt, z. B. nach wiederholten Aderlässen, nach andern Säfteverlusten, nach Typhus und andern schweren Krankheiten sammelt sich oft das Fett im Blute an, während es im Unterhautzellgewebe geschwunden ist. Umgekehrt scheint wieder nach anämischen Zuständen, wenn das Blut seine normale Beschaffenheit noch nicht wieder erlangt hat, die Fettzellenbildung schneller von Statten zu gehen, als die Reproduction andrer Gewebe; daher nach Typhus und andern Krankheiten, die Anämie zur Folge hatten, sehr oft eine reichlichere Fettablagerung beobachtet wird. Wenn wir am Schlusse der physiologischen Chemie über die Gesammterscheinungen der Ernährung sprechen werden, kommen wir ohnedies auf diesen Gegenstand ausführlicher zurück.

Wir kommen zu der Ansicht über den Nutzen der Fette, die wir die physikalisch-physiologische nennen möchten. *Liebig* hat in der bekannten geistvollen Weise dargethan, dass die Fette hauptsächlich zur Erregung und Unterhaltung der thierischen Wärme beitragen. Es ist eine der scharfsinnigsten Deductionen *Liebig's*, in

[1]) *Gurlt*, Physiol. S. 20.

welcher er die Nahrungsmittel in eigentliche plastische Nährstoffe und in Respirationsmittel eintheilt, und den letztern insbesondere die Function zuerkennt, die thierische Wärme zu erzeugen. Da wir später bei den Processen der Respiration und Ernährung auf die *Liebig*'sche Ausführung dieser Ansichten ausführlicher zurückkommen müssen, so unterlassen wir es, hier dieselben näher zu beleuchten. Soviel sei aber schon hier zu erwähnen gestattet, dass, wie paradox und apodiktisch auch manches in *Liebig's* Deductionen hingestellt sein mag, doch von jener Zeit an eine neue Aera der physiologischen Chemie datirt, in der über den ganzen Haushalt des thierischen Organismus ein helleres Licht verbreitet wurde. Bei der oft sehr aphoristischen Darstellungsweise *Liebig's* konnte es nicht fehlen, dass er vielfach missverstanden und seine Ansichten oft missdeutet wurden; so haben manche annehmen zu müssen geglaubt, dass das Fett einfach in's Blut übergeführt werde und dort nur dazu diene, um alsbald wieder gleich dem Oele in der Lampe oder der Kohle in der Dampfmaschine verbrannt zu werden; bei genauerer Einsicht der *Liebig*'schen Schriften überzeugt man sich leicht, dass eine so rohe Ansicht von der Sache nicht die Meinung *Liebig's* ist. Uns scheint dagegen der Einwand nicht ganz ohne Grund, dass *Liebig* die thierische Wärme zu sehr als Selbstzweck hingestellt hat. Die thierische Wärme kann nur unter zwei Gesichtspunkten betrachtet werden: entweder ist sie eine zufällige Erscheinung, nur das Resultat gewisser Lebensprocesse überhaupt, oder sie ist nothwendig zur Unterhaltung bestimmter thierischer Processe und Functionen. Ist nun das letztere auch theilweise wirklich der Fall, so wissen wir doch, dass das thierische Leben im Allgemeinen nicht an eine bestimmte höhere Temperatur gebunden ist, und dass die zahllose Menge der kaltblütigen Wirbelthiere die Processe der Verdauung, Respiration, Blutbildung und Nerventhätigkeit bei niederer Temperatur ebenso gut ausführt, als die warmblütigen bei 37°,5 C. Ist aber die thierische Wärme eine mehr zufällige Erscheinung, so würden die Fette, wenn sie blos zur Wärmeentwicklung dienen sollten, sehr nutzlos vergeudet werden. Das Fett im lebenden Körper dürfte also wohl noch zu andern Zwecken des thierischen Haushaltes dienlich sein.

Theoretische Gründe hatten schon längst in mir die Ueberzeugung gebildet, dass die Fette zu den *thätigsten Vermittlern der thierischen Stoffmetamorphose* gehören. Durch zahlreiche Versuche und Beobachtungen wurde die subjective Ueberzeugung zur objectiven Erkennt-

niss. Nachdem ich zuerst durch Versuche über Milchgährung [1]) nachgewiesen hatte, dass dieser Process in zucker- oder stärkmehlhaltigen Flüssigkeiten durch eiweissartige Körper nur unter Concurrenz von Fett erregt werden könne, fand ich auch, dass bei der Verdauung im Magen zur Umwandlung und Auflösung der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel immer eine gewisse, wenn auch geringe Quantität Fett nothwendig sei. Auch *Elsässer* [2]) hat die Erfahrung bestätigt, dass bei Versuchen über künstliche Verdauung durch Fett die Auflösung der Nahrungsmittel auffallend beschleunigt wird. An Hunden mit künstlichen Magenfisteln kann man sich leicht überzeugen, dass fettarmes Fleisch, besonders aber künstlich entfettete eiweissartige Stoffe längere Zeit im Magen verweilen, also längere Zeit zu ihrer Umwandlung bedürfen, als dieselben Stoffe, wenn sie gleichzeitig mit etwas Fett versetzt oder imprägnirt sind. Ein Ueberschuss von Fett scheint dagegen, wenigstens bei schwacher Verdauung, wieder nachtheilig zu wirken. Auch der pankreatische Saft verdankt sicher einen Theil seiner Wirksamkeit bei der Verdauung seinem Reichthume an Fett.

Gleich Eiter scheidet der pankreatische Saft bei seiner spontanen Zersetzung in höherer Temperatur schöne Krystallbüschel von Margarin und Margarinsäure ab, wie *Cl. Bernard* [3]) gefunden.

Welchen speciellen Antheil das Fett an der weitern Umwandlung der verdauten Nahrungsmittel, an der Chylus- und Blutbildung habe, lässt sich freilich in einzelnen Beziehungen nicht nachweisen: allein man darf nur die Darmzotten während der Verdauung beobachtet und die einzelnen bald mit klarem Fett erfüllten, bald von grumöser Materie ausgedehnten Zellen derselben gesehen haben, man darf nur durch die mikroskopische und chemische Vergleichung des Fettgehaltes des Chylus in den feinsten Chylusgefässen mit dem Inhalte des Milchbrustganges auf die verschiedene Menge und Beschaffenheit des Fettes in beiden Flüssigkeiten aufmerksam geworden sein, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass auch hier das Fett nicht blos resorbirt werde, sondern gleichzeitig auch auf die Umwandlung der albuminösen Bestandtheile des Nahrungssaftes Einfluss ausübe. Und würde wohl das Fett so hartnäckig einzelnen Blutbestandtheilen und zwar unter verschiedenen Modificationen anhaften, wenn es nicht von einigem Einfluss auf deren Entstehung oder Umwandlung wäre? Oder sollen wir das Fett in den

[1]) *Lehmann,* Simon's Beiträge. S. 63—77.
[2]) *Elsässer,* Magenerweichung der Kinder. S. 112.
[3]) *Cl. Bernard,* Arch. génér. de Médecine. 4 Sér., T. 19, p. 71.

animalischen Nerven, welches wir aus diesen durch Kochen mit Alkohol oder durch Digestion mit Aether so herausziehen können, dass die einzelne Nervenfaser einem hohlen Cylinder mit dicken Wänden gleicht, völlig nutzlos dort abgelagert glauben und ihm alle Mitwirkung bei der Function des Nervensystems absprechen?

So entschiedene Gegner teleologischer Erklärungen wir sind, so sehr müssen wir doch bei noch dunkeln Gegenständen die Wichtigkeit der Fragen nach Gründen und Zwecken anerkennen, da diese, wie es in der Naturforschung fast immer geschehen ist, uns den Weg zur Erforschung der Ursachen und somit zur Erklärung der Erscheinungen anzeigen.

Wir haben oben bereits zweierlei Arten von thierischen Zellen kennen gelernt, in welchen das Fett einen Hauptbestandtheil ausmacht, nämlich die eigentlichen Fettzellen und gewisse Arten von Körnchenzellen (sog. Entzündungskugeln) in der Milch (Corps granuleux, Colostrumkörperchen), in den Sputis bei chronischem Katarrh, in alten apoplektischen Heerden u. s. w. Das Fett spielt aber nach den neuesten Forschungen der ausgezeichnetsten Physiologen fast bei jeder Art von Zellenentwicklung eine äusserst wichtige Rolle; ja die meisten stimmen darin überein, dass das Fett geradezu die erste Anlage zur Bildung einer Zelle liefere. *Ascherson* [1]) hat bekanntlich zuerst diesen Punkt hervorgehoben, als er die Entdeckung gemacht hatte, dass um einen in eine Eiweisslösung gebrachten Fetttropfen sich immer Eiweiss verdichte; wenn nun aber auch die Sache sich nicht so einfach verhält, wie *Ascherson* sich dieselbe vorgestellt hat, so ist doch von keinem Physiologen, möge er nun der alten von *Schwann* aufgestellten und von *Kölliker* wieder vertheidigten Theorie der Zellenentwicklung oder der *Henle*'schen Ansicht oder der von *Reichert* folgen, die Gegenwart des Fettes in der entstehenden Zelle und seine Wichtigkeit für die erste Anlage derselben geläugnet worden. Die Kernkörperchen bestehen nach *Hünefeld*, *Nasse* und Andern durchgängig aus Fett. In frisch ausgeschiedenem oder gebildetem Plasma findet sich stets mehr freies Fett, als in demjenigen, aus welchem sich schon Kerne oder Zellen abgelagert haben; recht deutlich ist dies z. B. aus *H. Müllers* [2]) schöner Arbeit über den Chylus und die histologischen Elemente desselben zu ersehen; die durch Fett bedingte nebelartige Trübung des Chylus schwindet in dem Grade, als Körnchen, Klümpchen und Zellen in dem-

[1]) *Ascherson*, Müllers Arch. 1840. S. 49.

[2]) *H. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 2, S. 233.

selben entstehen; Eiterserum enthält ferner weit weniger Fett, als Eiterkörperchen. Auch im Blute finden wir das Fett vorzugsweise in den Zellen und im Faserstoff abgelagert, der granulöse Inhalt vieler Blutkörperchen ist Fett. Alle plastischen Exsudate sind reicher an Fett als die nicht plastischen; die letzteren, wie hydropische Flüssigkeiten und Tuberkelmassen enthalten wohl zuweilen viel Cholesterin, aber sehr wenig eigentliches Fett; dagegen die wuchernden zellenreichen Krebse sehr fettreich sind.

Auch im Eiter senken sich zuweilen die Eiterkörperchen einige Linien unter das Niveau der Flüssigkeit; ich verglich den Fettgehalt solchen Eiterserums mit dem Eiter, aus dem sich die Körperchen nicht weiter senkten, und fand in zwei mit verschiedenem Eiter angestellten Versuchen das eine Mal im festen Rückstande des Serums (in welchem das Fett doch hauptsächlich hätte suspendirt sein sollen, da es von der Oberfläche des Eiters, der längere Zeit gestanden hatte, genommen war) nur 7,13% Fett, in dem dichtern Eitersedimente dagegen 18,41%, in dem andern Falle im Serumrückstande 9,084%, in dem des Eiters = 17,14%. Recht deutlich kann man übrigens den Unterschied zwischen dem Fettgehalte des Eiterserums und der Eiterkörperchen sehen, wenn man das Sediment so wie das Serum von gutem Eiter für sich in wohlverschlossenen Gefässen längere Zeit stehen lässt; beide Flüssigkeiten werden sauer und scheiden Fette und Fettsäuren aus, allein das Serum sehr wenig, während man in dem sauer gewordenen Eitersedimente durch das Mikroskop eine zahllose Menge der schönsten Krystallisationen von Margarinsäure und auch von Margarin neben Cholesterin entdeckt.

Was die Fette des Blutes betrifft, so sind auch sie zum grössten Theile in den Zellen des Bluts, in den sog. Blutkörperchen abgelagert. Ich fand in 100 Th. wohlgetrockneter Blutkörperchen (deren Reindarstellung im zweiten Th. dieses Werks auseinandergesetzt ist) aus Rindsblut in einem Versuche = 2,214%, in einem andern = 2,284% Fett; im Faserstoff derselben beiden Proben von Rindsblut 3,218% und 3,189% Fett; in 100 Th. des festen Serumrückstandes = 1,821 und 1,791 Th. Fett. Leider sind die Blutkörperchen fast noch gar nicht auf ihren Fettgehalt untersucht worden; im Uebrigen aber führt ein Vergleich mit den Blutanalysen anderer Forscher zu demselben Resultate.

Was die Fettarmuth der Tuberkeln betrifft, so ist zu bemerken, dass man in den jungen Tuberkelablagerungen, namentlich in den sog. gallertartigen Tuberkeln, unter dem Mikroskop oft zwar sehr viel Fettbläschen entdeckt, dass aber graue, feste Tuberkeln bei der chemischen Analyse nur sehr wenig Fett enthalten, namentlich wenn es gelingt, das gar nicht zu den Fetten gehörige und doch immer dazu gerechnete Cholesterin abzuscheiden. In einer grauen Tuberkelmasse fand ich einmal nur 3,54% der wohlausgetrockneten Masse, während sich fast in jedem andern Gewebe weit mehr Fett findet. *Becquerel* und *Rodier*[1]) fanden übrigens die verseiften Fette im Blute bei Tuberculosis mehr vermindert, als in jeder andern Flüssigkeit.

[1]) *Becquerel* und *Rodier*, Gaz. méd. 1844. No. 51.

Der Nutzen des Leberthrans, der sich auch von dem in der Medicin jetzt so Mode gewordenen Skepticismus nicht ableugnen lässt, fände hierin vielleicht eine Deutung; wir haben immer geglaubt, dass weniger die geringe Menge Jod des Leberthrans als das eigentliche Fett seine Wirksamkeit gegen gewisse Krankheitszustände bedingt, und auch erfahrne Praktiker (*Oppolzer*) haben z. B. Mandelöl und ähnliche Oele ebenso wirksam gefunden, als den abscheulichen Leberthran. Was aber der Leberthran, wenn man ihn als reines Verbrennungsmaterial (aus Missverständniss *Liebig*'schen Ansichten [1]) betrachtet, in einer Krankheit nützen soll, wo ohnedem die Lunge so verstopft oder degenerirt ist, dass an eine zu reichliche Oxydation der Blutbestandtheile nicht zu denken ist, das kann nur der begreiflich finden, der keinen Begriff von Tuberculose oder von Lungenschwindsucht hat. Es bedarf keiner chemischen Analysen, um den Fettreichthum des Zellenkrebses und des Sarkoms nachzuweisen; wer nur ein Paar solcher Geschwülste mikroskopisch untersucht hat, wird diese ganz gewöhnliche Erfahrung bestätigen können.

Wenn wir nun alle diese Thatsachen zusammenfassen, so werden wir fast unwillkürlich zu der Ueberzeugung gedrängt, dass gerade bei den wichtigsten und geheimnissvollsten Processen, bei der Zellen- und Gewebsbildung das dabei stets concurrirende Fett eine höchst wichtige Rolle spiele. Wir können nicht glauben, dass das Fett bei allen diesen Processen bloss zufällig auftrete, sondern vielmehr ebenso wie bei der Milchgährung und Verdauung selbst mit zur Umwandlung der stickstoffhaltigen Nährstoffe in Zellen und Fasermasse wesentlich beitrage, und dass, wenn es dereinst gelingen sollte, eine chemische Gleichung für die Bildung und Function gewisser Zellen aufzustellen, in dieser das Fett ein integrirender Factor sein werde; ja es ist unmöglich zu glauben, dass das Fett bei der lebhaften Thätigkeit der Zellenaction ohne Einfluss auf die Umwandlung der Substanzen, die es begleitet, bleiben und ohne Rücksicht auf diese nur seinen eignen Anziehungen zum Sauerstoff oder zum Alkali folgen sollte.

Wenn nun aber das Fett in den verschiedensten Phasen der thierischen Stoffmetamorphose als wichtiger Vermittler auftritt, so können wir seine Wirkung gewiss nicht auf einen blossen Contact oder eine sg. katalytische Wirkung schieben, sondern wir werden rationeller Weise annehmen müssen, dass es bei jenen Processen selbst mit in die Metamorphose eingehe und Umwandlungen, Verbindungen und Zersetzungen erleide. Nur diejenigen Chemiker, welche, in dem Wahne einen *Liebig* verstanden zu haben, sich von ihrem abstract chemischen Standpunkte aus eine Physiologie machten und ausmalten, ganz

---

[1]) Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58. S. 84—89.

so wie die Naturphilosophen auch die Gesetze der Naturforschung a priori construiren wollten; nur diese konnten den thierischen Körper für einen Sparofen halten und das Fett als einfaches, rohes Brennmaterial ansehen. Es ist aber die Aufgabe der physiologischen Chemie, die chemischen Erscheinungen im Thierkörper und die einzelnen Stoffe in ihren einzelnen Umwandlungsphasen zu verfolgen und dann erst ein Bild über das Grosse und Ganze des Chemismus im lebenden Körper zu entwerfen. So würde es auch unphysiologisch, unwissenschaftlich sein, wollte man der Physiologie Genüge gethan zu haben glauben, wenn man beweist, dass das Fett endlich zu Kohlensäure und Wasser zergehe. Es ist vielmehr Sache der physiologischen Chemie nachzuweisen, ob das Fett oder vielmehr dessen Säuren nur als solche allmälig immer je zwei Atome Kohlenwasserstoff verlieren, d. h. sich, in der generellen Formel erhaltend, in die Säuren der ersten Gruppe verwandeln und dann endlich in Kohlensäure und Wasser sich auflösen, oder ob die Fette bei ihrer Umwandlung im Thierkörper mit zur Bildung andrer bekannten Thiersubstanzen beitragen. Leider ist nach dem heutigen Stande unsrer positiven Kenntnisse diese Frage nicht entscheidend zu beantworten, und es möchte daher besser sein, unsre Unwissenheit geradezu zu bekennen, als uns in leeren Muthmassungen zu ergehen, wenn nicht mehrere chemische und physiologische Erfahrungen der Ansicht einigen Halt gäben, dass die Fette noch zur Bildung andrer Substanzen verwendet würden, die nicht als blosse Oxydationsproducte derselben zu betrachten sind.

Da wir im Blute und andern thierischen Flüssigkeiten, namentlich der Galle, so viel verseifte Fette finden, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass die erste Veränderung der Fette in einer Zerlegung derselben in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren bestehe. Nehmen wir eine allmälige Oxydation der Fette an, so dass ihr Kohlenwasserstoffradical schrittweise um 2 Atome Kohlenwasserstoff vermindert wird, so ist es nur auffallend, dass wir gerade jene Fettsäuren, welche die Stufenleiter von der Caprinsäure zur Margarinsäure bilden, im Pflanzenreiche und nicht im Thierkörper wiederfinden; mag also die Heranbildung zu Fettsäuren mit hohem Atomgewichte im Pflanzenreiche so allmälig von Statten gehen, so scheint diess mit der Zurückbildung im Thierreiche nicht in gleicher Weise zu geschehen; denn hier finden wir ausser der Margarinsäure und Stearinsäure kein Fettradical von der Formel: $C_n H_{n-1}$. Es scheint also, als ob die vom Glycerin getrennten Fettsäuren (von der Verwendung des Glycerins war

bereits oben S. 250 die Rede) complicirtere Verbindungen und Umwandlungen eingingen, in denen wir nicht so leicht ihre Gegenwart errathen oder nachweisen können. Wir haben nun in dem Obigen (S. 131) wahrscheinlich gemacht, dass die Hauptsäure der Galle, die Cholsäure, eine gepaarte Fettsäure sei; chemische Versuche wiesen in ihr Oelsäure nach, ohne dass diese geradezu daraus ausgeschieden werden konnte.

Für die Ansicht, dass ein *Theil des Fettes mit zur Gallenbildung* verwendet werde, sprechen aber auch mehrere physiologische und pathologische Erfahrungen.

Physiologische Thatsachen, welche diese Ansicht einigermassen stützen können, sind folgende: bei genauer Beobachtung der *Entwicklung des Hühnchens* im Ei wird man sich kaum des Glaubens erwehren können, dass ein Theil des Fettes im Dottersacke gegen das Ende der Bebrütung hin, wo sich derselbe in die Bauchhöhle hineinzieht und an die Leber anlegt, in gallige Substanz verwandelt werde; jedem Physiologen, der sich mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, wird die grünliche Färbung, die sich oft, jedoch nicht immer recht deutlich, am Dottersacke und besonders im Verlaufe der Venen desselben zeigt, bemerkt haben; einmal fand ich diese Färbung so intensiv, dass ich den ganzen Dottersack nebst Inhalt zunächst mit kochendem Alkohol behandelte und dann nach der oben (S. 128) beschriebenen Methode auf Galle untersuchte; in der That wurde auch durch die *Pettenkofer*'sche Probe die gewöhnliche Gallenreaction erhalten. Die Venen des Dottersackes gehen in die Leber, und bekannt ist, dass überhaupt die Gefässe des Dottersacks den Dotter resorbiren und ihn in die Leber überführen (dass aber nicht, wie man früher annahm, der Dotter durch den Ductus vitello-intestinalis in den Darm und von dort aus durch die Gallengänge in die Leber gebracht werde). Die Leber selbst dient in dieser Periode nicht der Gallenbildung oder Gallenausscheidung (denn ich habe mich an menschlichen und thierischen Embryonen öfter überzeugt, dass zu dieser Zeit die Gallenblase gar keine Galle enthält), sondern wie *E. H. Weber*[1]) und *Kölliker*[2]) nachgewiesen haben, hauptsächlich zur Bildung farbloser und gefärbter Blutkörperchen.

Das *Pfortaderblut*, aus welchem bekanntlich die Galle vorzugsweise gebildet wird, zeichnet sich von allem andern Blute, sei es venös

---

[1]) *E. H. Weber*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 160—164.

[2]) *Kölliker*, ebend. Bd. 4, S. 112—160.

oder arteriell, durch seinen grossen Reichthum an Fett aus, auf welchen schon früher *Simon* und *Schultz* hingewiesen, den aber in neuerer Zeit *Fr. Chr. Schmid*[1]) durch genaue quantitative Analysen bestätigt hat. Letzterer fand die Fette des Pfortaderblutes gegen die des Jugularvenenblutes so überwiegend, dass er hierin den wesentlichsten Unterschied beider Blutarten sucht. Dazu kommt, dass er das Fett der Pfortader immer elainreicher und daher schmieriger und tiefdunkelbraun fand, während das des andern Venenblutes weiss und krystallinisch gefunden wurde. — Lässt man Thiere lange Zeit *hungern*, so magern sie bekanntlich sehr bald ab; in den Harn gehen noch stickstoffhaltige Bestandtheile als Producte untauglich gewordener Gewebsmasse in entsprechenden Mengen über, wogegen die Leber bei vollgefüllter Gallenblase fortwährend Galle in den Darm ergiesst, wie ich mich nach *Magendie*[2]) überzeugt habe; daher auch wohl der bittre Geschmack, über den Verhungernde sich so sehr beklagt haben. Wo soll hier die Leber das Material zur Gallenbildung hernehmen; der Urin ist zwar ärmer an festen Bestandtheilen, enthält aber immer noch Harnstoff in ziemlicher Menge; kohlenstoffreiche Substanzen, die zur Gallenbildung beitragen könnten, sind im Thierkörper wenige oder keine enthalten, ausser Fett, welches wir hier neben reichlicher Gallenausscheidung so schnell schwinden sehen.

In *Krankheiten* steht die Verminderung oder Vermehrung des Fettes in umgekehrtem Verhältnisse zur Gallenabsonderung. Polycholie, die nur selten bei Erwachsenen vorkommt, bei Kindern aber den sg. Icterus neonatorum darstellt, ist stets mit schneller Abmagerung verbunden. In acuten Krankheiten beginnt die Abmagerung hauptsächlich, wenn die sg. kritischen Erscheinungen auftreten, d. h., wenn die Excretionsorgane wieder ihre Thätigkeit beginnen und das Untauglichgewordene ausscheiden; daher die reichlichen breiigen Stuhlgänge. In allen acuten oder chronischen Krankheiten der Leber sammelt sich das Fett entweder bloss im Blute oder im Blute und im Zellgewebe an. Die Trinker werden nicht desshalb dick und feist, weil sie (die, wie z. B. die Branntweintrinker, in der Regel noch überdiess wenig feste Nahrungsmittel zu sich nehmen) ihrem Körper zu viel Brennmaterial zuführen, sondern desshalb, weil sie an gestörter Leberfunction leiden; hat man je die Section eines Säufers gemacht, der wirklich eine normale Leber gehabt hätte?

[1]) *Schmid*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 487—521 u. Bd. 4. S. 15—37 u. S. 97—132.
[2]) *Magendie*, Journ. de Physiol. T. 8. p. 171.

Bei Leberentzündungen fanden *Stewart Traill*[1]) und *Lecanu* das Blut ausserordentlich fettreich; *Lassaigne*[2]) und neuerdings *Becquerel* und *Rodier* fanden den Fettgehalt des Blutes im Icterus bedeutender vermehrt, als in jeder andern Krankheit. *Dobson*, *Rollo* und *Marcet* haben im Blut Diabetischer so viel Fett gefunden, dass dasselbe einer Emulsion glich; ich habe nur in zwei Fällen das Blut bei Diabetes fettreich gefunden; damit war aber ein Leberleiden verbunden und die Kranken entleerten ungefärbte, fast grauweisse Excremente.

Nach allen diesen Thatsachen ist ein Zusammenhang zwischen Fett und Gallenbildung wohl schwerlich abzuleugnen.

Dass das Fett auch zur Bildung andrer Stoffe etwas beitrage, gehört nicht zu den Unmöglichkeiten; wir erwähnen hier nur, dass es nach den weiter unten angestellten Betrachtungen einige Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass das Fett auch Theil habe an der *Bildung des Blutpigmentes*.

Mögen alle diese Andeutungen genügen, um ferner dem Fette, seinen Umwandlungen und seiner Function im gesunden und kranken Körper eine grössere Aufmerksamkeit zu schenken und ihm eine höhere Wichtigkeit für den thierischen Haushalt beizulegen, als bisher geschehen.

Cetyloxydhydrat. $C_{32}\ H_{33}\ O.\ HO.$

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser von seinem Entdecker, *Dumas*, früher *Aethal* genannte Körper bildet weisse, feste, krystallinische Blätter, schmilzt gegen 50° und erstarrt bei 48°, verdampft leicht für sich oder mit Wasserdämpfen beim Erhitzen, ist ohne Geruch und Geschmack, löst sich nicht in Wasser, in heissem Alkohol und Aether aber fast in jedem Verhältnisse, wirkt nicht auf Pflanzenfarben, verbrennt entzündet wie Wachs. Mit Salpetersäure erhitzt, wird er zersetzt; mit Kalihydrat auf 220° erhitzt, wird er in Cetylsäure (s. S. 76) umgewandelt ($C_{32}\ H_{33}\ O + 2HO + KO = 4H + KO.\ C_{32}\ H_{31}\ O_3$). Mit concentrirter Schwefelsäure erwärmt bildet er ein saures Halidsalz.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach, die aus *Dumas'* und *Peligot's* Analysen[3]) berechnet wurde, besteht dieser Körper aus

---

[1]) *Stewart Traill*, Phil. Ann. T. 5. p. 197.

[2]) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 2. p. 264.

[3]) *Dumas* und *Peligot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 72. p. 5.

Kohlenstoff	32	At.	79,339
Wasserstoff	33	,,	13,636
Sauerstoff	1	,,	3,306
Wasser	1	,,	3,719
			100,000

Atomgewicht der hyp. wasserfreien Substanz = 2912,5.

Dieser Körper ist gleich dem Glycerin das Hydrat einer Fettbasis; es steht aber theils seiner Zusammensetzung theils seinen Verbindungsverhältnissen nach den Aetherhydraten oder Alkoholen viel näher; es hat mit den letztern die Formel: $C_n H_n + _1 O . HO$ gemein, verliert in der Vereinigung mit Säuren das eine Atom Wasser und wird durch Oxydation in eine Säure von der Formel $C_n H_n - _1 O_3$ verwandelt. Wasserfrei kennt man aber das Cetyloxyd oder den Cetyläther noch nicht.

Verbindungen. *Saures schwefelsaures Cetyloxyd* ist im isolirten Zustande wenig bekannt, nur seine Verbindung mit Kali = $C_{32} H_{33} O . SO_3 + KO . SO_3$, ist in dünnen, perlmutterglänzenden Blättchen erhalten worden.

Cetylsaures Cetyloxyd, $C_{32} H_{33} O . C_{32} H_{31} O_3$ (*Smith*[1]) findet sich unter dem Namen *Cetin* oder *Wallrathfett* bereits gebildet vor, hauptsächlich in der Schädelhöhle, aber auch im Fett anderer Theile des Physeter macrocephalus. Es wird aus dem sg. Wallrath durch Umkrystallisiren desselben aus heissem Weingeist von 0,816 spec. Gewicht erhalten; krystallisirt in perlmutterglänzenden, weissen, geruch- und geschmacklosen Blättchen, schmilzt bei 49° und erstarrt beim Erkalten krystallinisch; bei 360° verflüchtigt es sich ohne Zersetzung, löst sich in 40 Th. siedendem Weingeist von 0,821 spec. Gewichte, leichter in wasserfreiem Alkohol und Aether; gibt bei der trocknen Destillation keine Brenzölsäure und bei der Digestion mit Salpetersäure wohl Adipinsäure, aber keine Korksäure; durch Erhitzen mit Kalihydrat zerfällt es in Cetyloxydhydrat und Cetylsäure.

Darstellung. Um das Cetyloxydhydrat darzustellen wird zu geschmolzenem Wallrath pulverisirtes Kalihydrat unter beständigem Umrühren zugesetzt; ist die Masse fest geworden, so setzt man Wasser zu und zersetzt die gebildeten Seifen durch verdünnte heisse Salzsäure; nachdem die ölige Schicht zur vollkommnen Zersetzung des Cetins nochmals mit Aezkali geschmolzen und durch Salzsäure zerlegt worden ist, wird das Gemeng von Cetylsäure und Cetyloxyd mit Kalk-

[1]) *Smith*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42. S. 40—51.

milch digerirt und verdunstet; aus dem Gemeng von cetylsaurem Kalk und Cetyloxydhydrat zieht kalter Alkohol nur das letztere aus.

Prüfung. Zur sichern Erkennung dieser Substanz wird man ohne Anstellung einer Elementaranalyse nicht füglich gelangen können.

Physiologisches Verhalten.

Isolirt ist das Cetyloxydhydrat noch nicht gefunden worden: der Wallrath findet sich aber in mehrern Theilen des Kachelots mit gewöhnlichem Fett gemengt; in grösster Menge aber im Kopfe, namentlich ausserhalb der eigentlichen Schädelhöhle in einer grossen Aushöhlung des Oberkörpes beider Seiten, zwischen welchen die Nasenlöcher des Thiers hindurchgehen; nach *Hunter* [1]) ist der Wallrath in einzelnen kleinen ligamentösen Zellen eingeschlossen und diese wieder von einer fasrigen Haut umgeben. Ueber Entstehung und Nutzen dieser Substanz lässt sich nur das glauben, was wir im Allgemeinen über die Fette wissen.

Das *Döglingoxyd* von *Scharling* ist noch ein zu hypothetischer Körper, als dass wir denselben bereits den Halidbasen einreihen könnten. Vergleiche oben S. 121.

Lipoide.

Unter diesen verstehen wir die sogenannten unverseifbaren Fette, d. h. solche Körper, welche viele physikalische Eigenschaften mit den Lipyloxydsalzen gemein haben, aber weder in ihrer Zusammensetzung noch in ihren Zersetzungsproducten diesen gleichen, und daher den eigentlichen Fetten nicht beigezählt werden können. Wir rechnen zu diesen Körpern das *Cholesterin*, *Serolin*, *Castorin* und *Ambrin*.

Cholesterin. C_{37} H_{32} O.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, auch *Gallenfett* genannt, scheidet sich aus seinen Lösungen in perlmutterglänzenden Schuppen aus, die 2 At. Wasser enthalten; unter dem Mikroskop zeigen sich diese

[1]) *Hunter*, Phil. transact. V. 77, p. 390.

Krystalle als sehr dünne rhombische Tafeln deren stumpfer Winkel = 100° 30′, der spitze aber 79° 30′ misst; es schmilzt bei 145° und erstarrt bei 135° und zwar vollkommen krystallinisch, im Vacuo destillirt es bei 360° unzersetzt, wird beim Reiben electrisch, ist in Wasser völlig unlöslich, löst sich in 9 Theilen siedenden Alkohols und scheidet sich beim Erkalten desselben grösstentheils wieder aus; auch wird es in Seifenwasser in geringer Menge aufgelöst, besonders aber von fetten Oelen und Taurocholsäure; es lässt sich entzünden und verbrennt mit rusender Flamme. Durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure bei 60° wird es roth gefärbt und unter Verlust von Wasser in 3 wahrscheinlich polymere Kohlenwasserstoffe zerlegt, die der Entdecker derselben, *Zwenger*[1]), *Cholesteriline* genannt hat. Wird Cholesterin mit concentrirter Phosphorsäure bis zu seinem Schmelzpunkte erhitzt, so bilden sich zwei den Cholesterilinen isomere Kohlenwasserstoffe, welche *Zwenger*[2]) *Cholesterone* genannt hat. Durch längeres Kochen mit concentrirter Salpetersäure wird es zunächst in eine harzähnliche Masse verwandelt, welche bei fortgesetzter Digestion in Essigsäure, Buttersäure, Capronsäure, Oxalsäure und Cholesterinsäure (vergl. oben S. 127) verwandelt wird (*Redtenbacher*[3]). Durch Chlor und Brom kann dem Cholesterin ein Theil des Wasserstoffs entzogen und dieser darin durch äquivalente Mengen Chlor und Brom ersetzt werden. Durch concentrirte Alkalien wird es selbst bei anhaltendem Erhitzen nicht zersetzt. Bei der trocknen Destillation hinterlässt es Kohle und giebt ein öliges Destillat, welches bei der Rectification mit Wasser angenehm nach Geranium riecht.

Zusammensetzung. Das Cholesterin ist von *Marchand*[4]), *Schwendler* und *Meissner* so wie später noch von *Payen*[5]) mit ziemlich gleichen Resultaten analysirt und darnach die obige Formel: $C_{37} H_{32} O$ berechnet worden. Leider hat das Cholesterin noch auf keine Weise mit einem andern Körper verbunden werden können, so dass man die Richtigkeit dieser Formel nicht controliren und das Atomgewicht nicht bestimmen konnte. *Zwenger* hat in neuester Zeit die von ihm entdeckten Cholesteriline analysirt und sie ziemlich gleich zusammengesetzt gefunden; er nimmt aber doch für dieselben eine verschie-

[1]) *Zwenger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 5—13.
[2]) Ders. ebendas. Bd. 69, S. 347—354.
[3]) *Redtenbacher*, ebendas. Bd. 57, S. 162—170.
[4]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 16, S. 37—48.
[5]) *Payen*, Ann. de Chim. et. de Phys. 3 Sér. T. 1, p. 54.

dene Zusammensetzung = $C_{32}H_{26}$, $C_{22}H_{18}$ und $C_{27}H_{22}$ an und glaubt, dass aus diesen 3 Kohlenwasserstoffen und 3 At. Wasser das Cholesterin bestehe; er nimmt daher für das Cholesterin die Formel $C_{81}H_{69}O_3$ an. Wer den Grad der Genauigkeit, bis zu welcher unsre Elementaranalysen gehen, und die Methode kennt, aus den empirischen Resultaten eine Formel zu berechnen, wird beurtheilen können, für wie hypothetisch die *Zwenger*'sche Ansicht noch zu betrachten ist.

Wir geben die Zusammensetzung des Cholesterins nach beiden Formeln:

Kohlenstoff	37 At.	84,733	81 At.	83,93
Wasserstoff	32 „	12,214	69 „	11,91
Sauerstoff	1 „	3,053	3 „	4,16
		100,000		100,000

Mit den empirischen Resultaten stimmt die Zwenger'sche Formel trotz ihrer ungewöhnlichen Zahlen besser, als die einfachere.

Zersetzungsproducte. a *Cholesterilin*, $C_{32}H_{26}$, ist erdig, amorph, in Wasser unlöslich, in Alkohol wenig löslich, unterscheidet sich von den beiden andern Kohlenwasserstoffen durch seine Unlöslichkeit in Aether, krystallisirt aus heisser Terpenthinöllösung, schmilzt bei 240°, wird aber dabei schon zersetzt.

b *Cholesterilin*, $C_{22}H_{18}$, krystallisirt in stark glänzenden Blättchen oder feinen Nadeln, in Wasser und Alkohol unlöslich, auflöslich in Aether, schmilzt bei 255° und erstarrt beim Erkalten krystallinisch.

c *Cholesterilin*, $C_{27}H_{22}$, gelbe, amorphe, harzige Masse, in Aether leicht, in Alkohol schwer, in Wasser nicht löslich, schmilzt bei 127°. Auch die beiden letztern Substanzen werden in der Hitze zersetzt. Die Formeln müssen als durchaus hypothetisch betrachtet werden, da für alle die procentisch gefundene und berechnete Zusammensetzung nahe an 88% Kohlenstoff und 12% Wasserstoff ergiebt.

a *Cholesteron*, wird aus dem Rückstande des mit Phosphorsäure auf 137° erhitzten Cholesterins durch Weingeist ausgezogen; es krystallisirt in geraden rhombischen, zweiflächig zugespitzten Säulen, ist farblos durchsichtig, stark glänzend, leichter als Wasser, schmilzt bei 68° zu einer farblosen Flüssigkeit, die erst sehr allmälig wieder fest wird, zum grössten Theil unzersetzt destillirbar, brennt mit rusender Flamme. Unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen.

b *Cholesteron* wird aus dem in Weingeist unlöslichen Rückstande durch Aether ausgezogen; feine weisse Nadeln, schmilzt bei 175° lässt sich nicht ohne theilweise Zersetzung destilliren, leichter als Wasser, geruch- und geschmacklos, verbrennt mit rusender Flamme. Auch die beiden Cholesterone enthalten keinen Sauerstoff, sondern auf 88 Th. Kohlenstoff ungefähr 12 Th. Wasserstoff.

Darstellung. Man verwendet zu ihrer Darstellung am besten die cholesterinreichen Gallensteine, indem man diese mit Alkohol aus-

kocht und siedend heiss filtrirt; durch Umkrystallisiren aus heissem Alkohol wird diese Substanz leicht gereinigt.

Prüfung. Der Nachweis des Cholesterins in thierischen Flüssigkeiten ist keineswegs so leicht, als man nach den Eigenschaften dieses Körpers erwarten sollte; hat man ihn freilich einmal krystallinisch ausgeschieden, so ist nichts leichter, als ihn mit Bestimmtheit zu diagnosticiren. Ist er an seiner Unlöslichkeit in Wasser, Säuren und Alkalien, an seiner Löslichkeit in Alkohol und Aether als eine fettähnliche Substanz einmal erkannt worden, so kann er durch Messung der Winkel des Rhombus leicht von allen andern ähnlichen Substanzen unterschieden werden. Bemerkenswerth ist nur, dass die Tafeln oft so dünn sind, dass ihre Contouren unter dem Mikroskop leicht übersehen werden können; namentlich wenn andre morphologische Substanzen gleichzeitig im Sehfelde sind; man muss dann durch seitliche oder centrale Blendung das Sehfeld etwas beschatten, um die Umrisse schärfer hervortreten zu lassen. Alles diess hat aber keine Schwierigkeit; wogegen es oft sehr umständlich ist, aus öligen, gallehaltigen Flüssigkeiten oder Seifenlösungen das Cholesterin krystallisirt zu erhalten. Verseift man das Fett, mit welchem das Cholesterin aufgelöst ist, durch Alkali, so löst es sich im Seifenwasser mit auf, zersetzt man dieses mit Säuren, so geht es wieder in die Fettsäure über; es ist alsdann, namentlich bei sehr geringen Mengen Cholesterin, nöthig, die Fettsäure an Bleioxyd zu binden und mit kochendem Alkohol zu extrahiren; die geringe Menge gelösten margarinsauren Bleioxyds setzt sich dann meist eher ab, als Cholesterin; ja letzteres scheidet sich oft erst beim Verdunsten so aus, dass es mikroskopisch erkannt werden kann.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Cholesterin findet sich in den meisten thierischen Flüssigkeiten in geringer Menge. Zuerst wurde es von *Gren* in den *Gallensteinen* gefunden; später ward es als constanter Bestandtheil der *Galle* nachgewiesen. Im normalen Zustande ist das Cholesterin in der Galle aufgelöst und daher nicht durch das Mikroskop zu erkennen; selbst in der aus Leichnamen entlehnten Galle findet man selten Cholesterinblättchen (*v. Gorup-Besanez* [1]); und es ist dann nicht entschieden, ob diess von einer Vermehrung oder nur von einer durch Zersetzung der Taurocholsäure bedingten Ausscheidung des Choleste-

[1]) *Von Gorup-Besanez*, Untersuchgen üb. Galle. Erlangen 1846 S. 58.

rins abhängt. In der Galle bei Fettleber hat *Frerichs*[1]) einige Male gar kein Cholesterin finden können.

Im Blute ist das Cholesterin als normaler Bestandtheil zuerst von *Lecanu*, *Denis*, *Boudet* und *Marchand* mit Bestimmtheit nachgewiesen worden und *Becquerel* und *Rodier*[2]) haben seiner Zunahme und Abnahme im krankhaften Blute besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Den Gehalt des normalen Bluts an Cholesterin geben diese Autoren als zwischen 0,025 und 0,200 p. m. schwankend (im Mittel = 0,088 p. m.) an. Eine Vermehrung des Cholesterins fanden sie im Blute von Greisen und bei den meisten acuten Krankheiten sehr bald nach dem Eintritte des Fiebers, besonders bei Entzündungen und bei Icterus. Eine Verminderung dieses Stoffs haben sie als constanten Begleiter irgend eines physiologischen oder pathologischen Zustandes nicht gefunden.

Constant findet sich ferner das Cholesterin im Gehirn, wo es zuerst *Couërbe* und nach ihm viele andre gefunden haben.

Im Eiter scheint es ebenfalls ein integrirender Bestandtheil zu sein; wenigstens habe ich, so oft ich Eiter sauer werden liess, Cholesterinblättchen in der zersetzten Masse gefunden; übrigens haben *Caventou*, *Güterbock*, *Valentin* und viele andre auch im frischen Eiter Cholesterin gefunden.

Besonders häufig trifft man in hydropischen Exsudaten auf Cholesterin, namentlich in Cysten; in kurzer Zeit habe ich zweimal durch Incision entleerte *Hydrocelenflüssigkeiten* untersucht, welche mehr einem Brei glichen, der namentlich beim Umrühren schöne perlmutterglänzende Bänder bildete; es fand sich in diesen Flüssigkeiten kein morphologisches Element ausser Cholesterin.

Obsolescirende Tuberkel (sog. verkreidete), alte *Echinococcusbälge*, wie sie sich oft in der Leber finden, degenerirte *Eierstöcke* und *Hoden* enthalten oft ausserordentlich viel Cholesterin.

Die *Plexus choroideos* im Gehirn fand ich einmal von Cholesterinkrystallen vollkommen incrustirt.

In *Balggeschwülsten* (namentlich Melliceris) so wie in *Carcinomen* und andern Geschwülsten stösst man oft auf Cholesterin.

In den *festen Excrementen* sind in der Regel Spuren von Cholesterin nachzuweisen, besonders reich daran ist das *Meconium*.

Im *Lungenauswurf* fand ich Cholesterin nur in den bei entschie-

---

[1]) *Frerichs*, Hannov. Ann. Bd. 5, H. 1.

[2]) *Becquerel* und *Rodier*, Gaz. méd. No. 47.

dener Tuberculose und bereits bestehenden Vomiken ausgeworfenen käsigen Concrementen.

Nur im Harn ist, soviel bekannt, noch kein Cholesterin gefunden worden.

Ursprung. Ueber die Genesis des Cholesterins, welches nur im thierischen Körper, aber nie im Pflanzenreiche gefunden worden ist, lässt sich auch nicht einmal eine wahrscheinliche Conjectur aufstellen; nach seinem Vorkommen zu urtheilen, muss man es als ein Zersetzungsproduct betrachten; aus welchen Stoffen aber und durch welche Processe es entstehe, lässt sich jetzt noch nicht einmal ahnen. Wegen der Aehnlichkeit mehrerer physikalischer Eigenschaften mit den Fetten auf einen Ursprung des Cholesterins aus den letztern zu schliessen, kann um so weniger erlaubt sein, da die Fette doch meist im Thierkörper oxydirt werden, die meisten derselben aber desoxydirt werden müssten, um sich in Cholesterin zu verwandeln.

Serolin.

Dieser noch wenig untersuchte Körper ist von *Boudet* [1]) im festen Rückstande des Blutserums gefunden worden.

Bei gewöhnlicher Temperatur erscheint es in perlmutterglänzenden Flocken, welche sich sehr wenig in kaltem Alkohol lösen, aber ziemlich leicht in heissem und in Aether; mit Wasser bilden sie keine Emulsion; dieser Körper ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben, schmilzt bei + 36 und scheint theilweise unverändert überzudestilliren; die ammoniakalischen Dämpfe und der ganz eigenthümliche Geruch, die sich bei der Destillation entwickeln, beweisen den Stickstoffgehalt dieses Stoffes; durch Alkalien wird er nicht verseift.

Man erhält das Serolin, wenn man eingetrocknetes, mit Wasser ausgekochtes, und von Neuem getrocknetes Blut mit heissem Alkohol auszieht; beim Erkalten des letztern scheiden sich die Flocken des Serolins ab.

Castorin.

Dieser Körper findet sich im *Bibergeil*, krystallisirt aus kochenden alkoholischen Lösungen in kleinen, vierseitigen Nadeln, ist pulverisirbar, trocken, schmilzt über 100°, ist nicht verseifbar, wird durch concentrirte Salpetersäure in stickstoffhaltige, krystallisirbare *Castorinsäure* verwandelt.

---

[1]) *Boudet*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 52, p. 337.

Ambrin.

Dasselbe ist der Hauptbestandtheil der *Ambra*, krystallisirt in weissen, sternförmig oder warzenartig gruppirten Nadeln, schmilzt bei 37°, wird nicht verseift, durch Salpetersäure in eine Säure, *Ambrinsäure*, C_{21} H_{18} N_5 O_3, verwandelt, welche krystallisirbar ist und gelbe Salze giebt.

Stickstofflose neutrale Körper.

Die meisten der hieher gehörigen Stoffe zeigen die grösste Analogie in ihrer empirischen Zusammensetzung, wegen deren ihnen auch Einige den Namen „*Kohlenhydrate*" gegeben haben; denn die Mehrzahl derselben enthält Wasserstoff und Sauerstoff in demselben Verhältnisse, wie diese Elemente im Wasser enthalten sind, so dass, wenn man sich diese Elemente zu Wasser verbunden denkt, nur Kohlenstoff von jenen Körpern übrig bleiben würde; ja selbst die Zahl der Kohlenstoffatome in diesen Körpern scheint keine zufällige zu sein, denn nach den bisher gültigen Formeln ist in allen deren Zahl durch 6 theilbar.

Bei dieser höchst analogen Zusammensetzung lässt sich erwarten, dass diese Körper auch manche chemische Eigenschaften mit einander gemein haben, so verschieden auch ihre physikalischen sein mögen. Sie sind so indifferent, dass sie sich nur mit wenigen andern Körpern und meist nur schwierig verbinden lassen und dann in mehrfachen Proportionen in die Verbindung eintreten, weshalb ihr Atomgewicht immer schwer mit einiger Sicherheit zu bestimmen ist. Von physischen Eigenschaften haben sie fast nur Mangel an Farbe und Geruch mit einander gemein. In der Hitze werden sie sämmtlich zersetzt und liefern saure Destillationsproducte. Durch Digestion mit verdünnten Mineralsäuren werden sie meist in Krümelzucker umgewandelt. Mit Salpetersäure zersetzt liefern sie Oxalsäure, Zuckersäure, Schleimsäure oder auch gepaarte Salpetersäuren. Concentrirte Schwefelsäure färbt diese Körper braun und schwarz und bildet neben huminartigen Stoffen auch gepaarte Schwefelsäuren.

In das Bereich der Zoochemie fallen von diesen Körpern, deren Unterabtheilungen: Zucker, Guanin, Stärkmehl und Pflanzenfaserstoff sind, nur Krümelzucker, Milchzucker und Cellulose.

Krümelzucker. C_{12} H_{12} O_{12}.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Der Krümelzucker, der mit *Traubenzucker* und *Harnzucker* identisch ist, und von den Franzosen auch *Glucose* genannt wird, krystallisirt mit 2 At. Wasser in warzenförmigen Conglomeraten, welche aus blumenkohlartig gruppirten Blättchen bestehen; diese Blättchen sind rhombisch, nicht quadratisch (wie *Saussure* angiebt); bei schneller Ausscheidung aus seiner Lösung zeigt er sich aber auch unter dem Mikroskop nicht in Blättchen, sondern in unregelmässig gestreiften rundlichen Massen; er ist weiss, geruchlos, schmeckt weniger süss als Rohrzucker, aber süsser als Milchzucker; löst sich zweimal schwerer in Wasser als Rohrzucker und leichter als Milchzucker, in Alkohol nur wenig, in Aether gar nicht; seine wässrige Lösung polarisirt das Licht nach Rechts, ohne Reaction auf Pflanzenfarben.

Schon einige Grade unter 100° fängt er an zusammenzusintern, schmilzt aber bei 100° vollkommen unter Verlust jener 2 At. Wasser; schon bei 140° verwandelt er sich in Caramel und entwickelt einen süsslichen Geruch; bei höherer Temperatur schäumt er auf, bräunt sich, entwickelt stechend riechende Dämpfe und hinterlässt eine voluminöse Kohle.

In Berührung mit stickstoffhaltigen Körpern, namentlich mit Caseïn, geht er in die Milchsäure- und später in die Buttersäuregährung über; mit gewöhnlicher Hefe versetzt unterliegt er der weinigen Gährung. Durch Digestion mit concentrirter Salpetersäure wird er unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas in Oxalsäure und Zuckersäure verwandelt; durch Chlorgas in Salzsäure und Zuckersäure. Mit verdünnter Schwefelsäure digerirt, bräunt sich seine Lösung nicht so bald, wie die des Rohrzuckers, erst beim Abdampfen bildet sich ein schwarzbrauner Rückstand; dagegen wird seine Lösung beim Kochen mit Kali sehr bald schön braunroth gefärbt, wobei sie einen stechend süsslichen Geruch verbreitet; mit Kalkwasser lässt er sich dagegen abdampfen, ohne gebräunt zu werden; es entsteht eine syrupartige Verbindung von bitterm Geschmack. Wird eine wässrige Lösung des Krümelzuckers mit Aetzkali versetzt, so geben Kupferoxydsalze keinen Niederschlag, sondern eine schön lasurblaue Lösung, die beim Stehen allmälig grün wird und endlich ein rothes Pulver absetzt; wird die Flüssigkeit ge-

kocht, so färbt sich die Flüssigkeit alsbald gelb und Kupferoxydul scheidet sich hier als gelbes oder gelbrothes Pulver aus. Ausgezeichnet ist der Krümelzucker durch die Fähigkeit, mit Kochsalz eine schön krystallisirbare Verbindung zu liefern.

Zusammensetzung. Obiger Formel nach besteht der Krümelzucker aus:

Kohlenstoff	12 At.	40,000
Wasserstoff	12 „	6,666
Sauerstoff	12 „	53,334
		100,000

Atomgewicht = 2250. (*Peligot*[1], *Erdmann* und *Lehmann*[2].)

Verbindungen. *Zuckerkali*, $2\ KO + C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$, wird erhalten, wenn eine alkoholische Lösung von Krümelzucker mit einer Lösung von Aetzkali in Alkohol versetzt wird; weisse Flocken, die an der Luft schnell zusammenkleben, feucht werden und völlig zerfliessen; in Wasser gelöst reagiren sie alkalisch und ziehen Kohlensäure aus der Luft an.

Krümelzuckerkalk, $2\ CaO + C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$, entsteht, wenn Zuckerlösung mit überschüssigem Kalk gemischt und die filtrirte Flüssigkeit mit Alkohol versetzt wird; bildet eine weisse Masse, die an der Luft durch Wasseranziehung durchscheinend wird.

Mit *Bleioxyd* lässt der Krümelzucker sich nur schwierig in bestimmten Proportionen verbinden; seine wässrige Lösung nimmt viel Bleioxyd auf; eine unlösliche Verbindung wird aus Zucker und einer mit Ammoniak versetzten Lösung von essigsaurem Bleioxyd erhalten.

Die Verbindung des *Krümelzuckers mit Kochsalz*, $C_{12}\ H_{12}\ O_{12} + 2\ HO + C_{12}\ H_{12}\ O_{12}$. NaCl, kann durch unmittelbares Vermischen der Lösungen beider Bestandtheile und allmäliges Verdunsten an der Luft in sehr grossen, farblosen, vierseitigen Doppelpyramiden erhalten werden. Diese Krystalle sind hart, leicht pulverisirbar, von 1,5441 spec. Gewichte, durchscheinend, luftbeständig, von salzig süsslichem Geschmack, in 3,685 Th. kaltem Wasser löslich, in Alkohol schwerlöslich. Bei 100° sintert das Pulver dieser Krystalle etwas zusammen und verliert 4% Wasser; schnell bis 120° erhitzt schmelzen sie im Krystallwasser und bräunen sich erst bei + 160°. Die Krystalle enthalten 13,3% Chlornatrium.

---

[1]) *Peligot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 66, p. 140 u. Compt. rend. 1838. No. 8.

[2]) *Erdmann* und *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 13, S. 113.

Darstellung. Dieser Zucker, der sich bekanntlich im Pflanzenreiche weit verbreitet findet, entsteht auch aus andern Zuckerarten und Kohlenhydraten (Stärkmehl, Holzfaserstoff u. dergl.) durch Digestion mit verdünnten Säuren; seine Darstellung kann also auf sehr verschiedene Weise bewerkstelligt werden. Im Grossen gewinnt man ihn am gewöhnlichsten aus Stärke; uns interessirt hier nur seine Darstellung aus diabetischem Harn. Gewöhnlich versetzt man solchen Harn mit basisch-essigsaurem Bleioxyd, fällt aus der filtrirten Flüssigkeit das überschüssige Bleioxyd mit Schwefelwasserstoff, dampft ein, zieht mit Alkohol aus und lässt krystallisiren; allein nach dieser Methode enthält der Zucker immer essigsaure Salze; ich dampfte zu seiner Darstellung den Harn bis beinahe zur Syrupsdicke ein; bald früher, bald später verwandelte sich, sobald nur nicht zu stark eingedampft worden war, der ganze Rückstand in eine feste, gelbweisse Masse; diese ward mit absolutem Alkohol ausgezogen, und der Rückstand nachher mit heissem Spiritus; der in letzterm gelöste Zucker wurde abfiltrirt, der Spiritus verdunstet und nun von Neuem etwas Wasser zugefügt, um aus diesem zu krystallisiren. Der Harnzucker wird so reiner als nach der gewöhnlichen Methode.

Um den Harnzucker chemisch rein zu erhalten, stellte ich durch Sättigung der wässrigen Lösung des alkoholischen Extractes mit Chlornatrium die Kochsalzverbindung dar, erhielt dieselbe durch mehrmaliges Umkrystallisiren in wasserhellen Krystallen, löste diese in Wasser und fällte vorsichtig mit schwefelsaurem Silberoxyd; die vom Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit ward abgedunstet und der Zucker chemisch rein durch Extraction mit Alkohol erhalten; nur muss er dann, um ihn vom anhaftenden Alkohol zu befreien, wiederholt in destillirtem Wasser umkrystallisirt werden.

Prüfung. Die Prüfungsmethoden auf Zucker sind nicht blos zum Zwecke der ärztlichen Diagnose bei Diabetes mellitus wichtig, sondern auch wegen der physiologischen Beziehungen des Zuckers zur allgemeinen Stoffmetamorphose. Man hat sich daher auch viel mit Untersuchung der genauesten Entdeckungsmethoden des Zuckers beschäftigt (z. B. *Golding Bird*[1], *Gairdner*[2], *Budge*[3], *Lehmann*[4]).

---

[1]) *Golding Bird*, Monthly Journ. of med. Science. 1844. p. 280.
[2]) *Gairdner*, ebendas. p. 564.
[3]) *Budge*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 3, S. 385.
[4]) *Lehmann*, Schmidts Jahrb. Bd. 45, S. 6—10.

Besonders viel hat man an der vortrefflichen Zuckerprobe von *Trommer*[1]) herumgemäkelt; allein wenn man dieses Prüfungsmittel nicht gelten lassen will, so taugen alle in der Mineralchemie gebräuchlichen Reagentien nichts; denn auch diese wollen stets mit gehöriger Vorsicht und Umsicht angewendet sein; die Anwendung der meisten derselben erfordert mehr Cautelen und Geschicklichkeiten, als diese Prüfungsweise. Zur Erkennung des Zuckergehaltes im Harn bei Diabetes ist dieses Mittel ganz unfehlbar; wer freilich nie mit chemischen Reagentien zu thun gehabt hat, kann sich auch hier irren. Im eigentlichen Diabetes mellitus ist der Harn gerade frei von jenen Substanzen, welche die Reaction jenes Mittels oder vielmehr unser Urtheil über dessen Reaction stören können; ja gerade darin liegt auch ein Unterschied des diabetischen Harns von anderm zuckerhaltigen Harne, dass jener mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali die Reaction fast ebenso wie aus reiner Krümelzuckerlösung giebt, selbst wenn nur wenig Zucker vorhanden ist, während mehr normaler zufällig zuckerhaltiger Harn eine weniger augenfällige Reaction giebt; letzterer lässt noch andere Stoffe mit dem Kupferoxydul fallen, welche die Farbe des Niederschlags sehr modificiren.

Welches sind nun aber die bei Anwendung der Trommer'schen Prüfungsmethode zu beachtenden Vorsichtsmassregeln?

Man versetze die zu untersuchende Flüssigkeit mit Aetzkali und filtrire nöthigenfalls, wenn ein zu bedeutender Niederschlag entsteht; ein Ueberschuss von Aetzkali schadet nichts, muss sogar vorhanden sein dem *schwefelsauren Kupferoxyd* gegenüber; letzteres werde allmälig und zwar in verdünnter Lösung zugesetzt; es entsteht hier meist ein Niederschlag, der beim Umrühren verschwindet; da die Menge des auflösbaren Kupferoxyds proportional ist der Menge vorhandenen Zuckers, so muss immer nur wenig Kupfervitriol auf einmal hinzugesetzt werden, wenn nur wenig Zucker in der Flüssigkeit gemuthmasst wird. Aus der erhaltenen lasurblauen Lösung scheidet sich beim blossen Stehen nach einiger Zeit meist ein reiner rothes oder gelbes Pulver ab, als der durch Kochen sogleich entstandene Niederschlag ist. Sehr langes Erhitzen taugt überhaupt nichts; denn es giebt mehrere Stoffe, welche bei längerm Kochen aus alkalischen Kupferoxydlösungen Kupferoxydul ausscheiden; dazu gehören insbesondere die eiweissartigen Stoffe, die mit Kupferoxyd und Kali sehr schön lasur-

[1]) *Trommer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39, S. 360.

blaue, etwas violette Lösungen geben; aus diesen wird allerdings, obwohl erst nach sehr langem Kochen (in der Kälte gar nicht), etwas Kupferoxydul ausgeschieden.

Enthält ein Harn nur wenig Zucker, oder soll der letztre in einer andern thierischen Flüssigkeit aufgesucht werden, so ist zu empfehlen, den festen Rückstand des Objectes mit Alkohol auszuziehen, das alkoholische Extract in Wasser zu lösen, und auf diese Lösung Kali und Kupfervitriol anzuwenden. In der Regel zeigt sich hier die Reaction in ihrer vollkommensten Reinheit. Sind jedoch sehr geringe Mengen Zucker aufzusuchen, z. B. im Chylus, im Blute, Eiweiss und Eidotter, so muss man wegen der Löslichkeit des Natronalbuminats oder des Caseïns in Alkohol vor dem Abdampfen der wässrigen Flüssigkeit mit verdünnter Essigsäure neutralisiren, worauf dann kein eiweissartiger Körper mehr in Lösung bleibt. Fällt die Reaction auch aus dem so hergestellten alkoholischen Extracte nicht recht entscheidend aus, oder will man ein Uebriges thun: so fälle man den Zucker aus der alkoholischen Lösung durch eine alkoholische Kalilösung, löse das Kalisaccharat in Wasser und wende nun Kupfervitriol an; man wird, wenn auch nur eine Spur Zucker vorhanden war, die schärfste und schönste Reaction erhalten.

Sehr gerühmt hat man die sog. *Gährungsprobe* zur Entdeckung des Zuckers; allein abgesehen davon, dass diese höchst langweilig ist, bietet sie auch einem ungeübten Experimentator und Beobachter weit weniger Garantien, als die Trommer'sche Probe. Setzt man nämlich zu einer Flüssigkeit Hefe, so beruhen die Gährungserscheinungen nur auf der Entwicklung von Kohlensäureblasen; ist diese Gasentwicklung nach dem Zusatze von Hefe, z. B. zum diabetischen Harn, nicht sehr erheblich, so darf aus ihr nichts geschlossen werden; denn Hefe beschleunigt die Zersetzung der thierischen Flüssigkeiten, die oft auch von geringer Gasentwicklung begleitet ist. Setzt man aber dem Harn keine Hefe zu, sondern wartet man die spontane Gährung und Hefebildung ab, wie auch empfohlen worden ist, so schreitet die Kohlensäureentwicklung noch langsamer fort, wenn die Zuckermengen nicht sehr gross sind; es wird also hier noch weniger leicht die Gasbildung zu bemerken sein, zumal da hier der Zucker meist in Milchsäuregährung, nicht aber in die weinige überzugehen pflegt. Da der Nachweis gebildeten Alkohols keineswegs leicht auszuführen ist, so hat man auf die Bildung der sog. Hefepilze als charakteristisches Kennzeichen der weinigen Gährung hingewiesen. Für den, der mit dem Gebrauche

des Mikroskops vertraut ist und die Hefepilze genau kennt, ist die Entscheidung allerdings leicht und sicher: allein man muss sich erinnern, dass auch im normalen Harn bei längerm Stehen, namentlich in höherer Temperatur, ganz ähnliche Pilzbildungen sich hauptsächlich aus dem Schleime herausbilden. Solche Pilze, die durchaus nicht mit einer Zuckerzersetzung zusammenhängen, entstehen bereits, wenn der Harn noch sehr sauer ist, häufiger aber in neutralem Harne; die einzelnen Zellen, die gleich den Hefezellen deutliche Kerne enthalten, sind meist um die Hälfte (im Durchmesser) kleiner als die eigentlichen Hefezellen; allein abgesehen davon, dass unter dem Mikroskop die scheinbare Grösse ein sehr relatives Kriterium ist, so sind auch die anfänglichen, spontan entstehenden Hefezellen immer weit kleiner, als die durch Sprossenbildung aus bereits vorhandenen Hefepilzen entstandenen.

Ein sehr gutes Mittel, Zucker in einer klaren Lösung zu entdecken und sogar seine ungefähre Menge zu bestimmen, ist der *Biot-Soleil'sche Polarisationsapparat;* seiner allgemeinern Benutzung steht nur die Kostbarkeit des Apparats entgegen.

Dass die *Pettenkofer'sche Probe* nicht tauglich ist, um zur Entdeckung des Zuckers verwendet zu werden, haben wir bereits oben (S. 129) bemerkt.

Alle andern in früherer Zeit zur Entdeckung von Zucker empfohlenen Proben (Verdunsten mit Salzsäure oder Schwefelsäure, Behandlung mit Chromsäure, Kochen mit Aetzkali u. dergl. m.) geben so leicht zu Täuschungen Anlass, dass sie neben den hier bezeichneten Methoden keine weitere Erwähnung verdienen.

Zur quantitativen Bestimmung des Zuckers im Harn hat man die Trommer'sche Probe ebenfalls mit Glück benutzt; *Barreswil* [1]), *Falck* [2]) und *Scharlau* [3]) haben Methoden zu diesem Zwecke empfohlen; am brauchbarsten ist jedoch die von *Fehling* [4]); als Probemittel benutzt derselbe eine Lösung von 40 grm. krystallisirtem Kupfervitriol in 160 grm. Wasser; diese wird mit einer concentrirten Lösung von 160 grm. einfach weinsaurem Kali und 560 grm. Aetznatronlauge (spec. Gewicht = 1,12) gemischt und dann noch soviel Wasser zugesetzt, dass das Volumen der Flüssigkeit bei + 15° 1 Litre beträgt. Von einer Zuckerlösung, die in einem Litre 5 grm. trocknen Zucker = C_{12}

---

[1]) *Barreswil*, Journ. de Pharm. T. 6, p. 301.

[2]) *Falck*, Oesterlen's Jahrbb. f. pr. Hlk. Bd. 1, S. 509.

[3]) *Scharlau*, die Zuckerharnruhr. Berlin 1846.

[4]) *Fehling*, Arch. f. phys. Heilk. Bd. 7, S. 64–73.

H_{12} O_{12} enthält, sind 11,5 CC. nothwendig, um aus 10 CC. der Probeflüssigkeit das Kupferoxyd vollständig in Kupferoxydul zu verwandeln. Hieraus berechnet sich, dass 100 Th. Kupferoxyd gerade von 45,25 Th. Zucker in Oxydul verwandelt werden (oder 10 At. Kupferoxyd von 1 At. Zucker). Um nun aus der volumetrischen Messung mit möglichster Sicherheit die Gewichtsverhältnisse zu bestimmen und die Beobachtungsfehler möglichst gering zu machen, empfiehlt *Fehling* den auf Zucker zu untersuchenden Harn auf sein 10faches oder 20faches Volumen (also 50 grm. mit 450 oder 950 grm.) Wasser zu verdünnen; 10 CC. der kupferhaltigen Probeflüssigkeit werden alsdann mit etwa 40 CC. Wasser verdünnt, gekocht und nun von dem verdünnten Harn (der natürlich in einer Bürette enthalten sein muss, um darnach sein verbrauchtes Volumen bestimmen zu können) soviel zugesetzt, dass man dem Punkte der vollständigen Zersetzung des Zuckers und Kupferoxyds möglichst nahe kommt. Ist in der vom Kupferoxydul abfiltrirten Flüssigkeit noch unzersetztes Kupferoxyd enthalten, so erkennt man dies an der bläulichen Färbung, so wie an der Reaction gegen Schwefelwasserstoff; ist dagegen zu viel Harn zugesetzt worden, so erscheint die filtrirte Flüssigkeit gelb (Einwirkung des ätzenden Alkalis auf Zucker). Der Punkt der vollständigen gegenseitigen Zersetzung ist bei Wiederholung des Versuchs leicht zu treffen. Da 10 CC. der Probeflüssigkeit zur Reduction des in ihr enthaltenen Kupferoxyds = 0,0577 gr. Zucker bedürfen, so ist gerade soviel Zucker in der verbrauchten Menge Harns enthalten, und es lässt sich demnach der Gehalt des Harns an Zucker leicht berechnen.

Mittelst des *Soleil*'schen *Polarisationsapparates* lässt sich die Menge des Zuckers schneller und auch ebenso genau bestimmen, als nach dem vorbeschriebenen Verfahren. Es sind bei dessen Anwendung aber eine Menge Cautelen zu berücksichtigen, auf welche besonders *Dubrunfaut* [1]), *Clerget* [2]) und *Lespiau* [3]) aufmerksam gemacht haben. Wir verweisen daher auf deren Mittheilungen über diesen Gegenstand, zumal da der Soleil'sche Apparat für unsre Zwecke doch noch manches zu wünschen übrig lässt.

Früher wendete man zur Bestimmung des Zuckergehaltes einer Flüssigkeit meist die *Gährung* an, indem man die Kohlensäure bestimmte und daraus die Quantität des Zuckers berechnete. Genau ist

[1]) *Dubrunfaut*, Ann. de Chim. et de Ph. 3 Sér. T. 18, p. 101.
[2]) *Clerget*, Compt. rend. T. 23, p. 200 u. 256—260.
[3]) *Lespiau*, ebend. T. 26, p. 306.

diese Bestimmungsweise nicht, erstens weil alle thierischen Flüssigkeiten freie Kohlensäure enthalten und namentlich auch der Harn, und zweitens weil sich andre Harnbestandtheile bei der Gährung gleichzeitig zersetzen und Kohlensäure liefern. Indessen lässt sich zu ungefähren und comparativen Bestimmungen diese Methode recht wohl benutzen, wenn man abgewogene Mengen diabetischen Harns in dem von *Fresenius*[1]) angegebenen alkalimetrischen Apparate bei 37° gähren lässt und ganz wie dort die Kohlensäure durch den Gewichtsverlust bestimmt.

Zu den gewöhnlichen ärztlichen Zwecken halte ich diese letztere Methode für die empfehlenswertheste, da die Fehling'sche Methode schon etwas mehr technische Fertigkeit erfordert, als man am Krankenbette zu finden gewohnt ist. Setzt man den Apparat ungefähr 48 St. lang jener Temperatur aus, so wird aller Zucker in Weingeist umgewandelt sein; vergisst man alsdann vor dem Wägen nicht etwas Luft zur Entfernung der Kohlensäure durch den Apparat zu ziehen, so erhält man ganz leidliche, wenigstens vergleichsfähige Resultate.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Im normalen Zustande lässt sich dieser Zucker immer in den ersten Wegen und zwar im *Dünndarminhalte* nach dem Genusse vegetabilischer d. h. stärkmehl- und zuckerhaltiger Nahrungsmittel nachweisen. Wir werden später bei der Verdauung sehen, dass es hauptsächlich der pankreatische Saft ist, durch welchen das Stärkmehl im Darmkanale allmälig in Krümelzucker umgewandelt wird. Es finden sich in den Contentis des Dünndarms immer nur geringe Mengen, theils weil das Stärkmehl sehr langsam umgewandelt, theils weil der gebildete Zucker sehr schnell absorbirt wird.

Im *Chylus* hat *Trommer*[2]) zuerst Spuren von Zucker nachgewiesen; in solchem von Pferden, die mit reinem Stärkmehl oder stärkmehlreichem Futter einige Stunden vor der Tödtung genährt worden waren, habe ich mich mehrmals bestimmtest von der Gegenwart des Zuckers überzeugt.

Im *Blute* gelingt es in der Regel nicht, Zucker nachzuweisen; indessen will *Magendie*[3]) im Blute eines Hundes, welcher mehrere Tage hindurch mit gekochten Kartoffeln gefüttert worden war, erhebliche Mengen Zucker neben Dextrin gefunden haben.

In den *Harn* geht wahrscheinlich im normalen Zustande kein

---

[1]) *Fresenius* und *Will*, neue Verfahrungsweisen zur Prüfung der Soda etc. Heidelb. 1843.

[2]) *Trommer*, a. e. a. O.

[3]) *Magendie*, Compt. rend. T. 30, p. 191—192.

Zucker über; wenigstens habe ich, als ich mich zwei Tage lang nur von Fett und Zucker nährte, ebensowenig Zucker im Harn finden können, als *Magendie* in dem des eben erwähnten Hundes, in dessen Blute er Zucker gefunden hatte.

Selten nur geschieht es, dass Zucker in *krankhaftem*, aber nicht diabetischem *Harne* gefunden wird. *Prout* hat im Harn „gichtischer und dispeptischer" Personen zuweilen Zucker gefunden, *Budge* [1]) bei „Unterleibsleiden und Hypochondrie". Ich [2]) habe ein einziges Mal Zucker im Harn einer Wöchnerin gefunden, bei der am fünften Tage des Wochenbettes mit einem Male die Milchabsonderung nachgelassen hatte; ich wurde auf den Zuckergehalt durch die entschiedenen Hefezellen aufmerksam; im Ganzen wurde nur vier Tage lang Zucker im Harn jener Person gefunden.

Obgleich ich selbst [3]) einmal im Speichel, der in Folge einer spontanen Salivation bei acutem Rheumatismus in grosser Menge entleert worden war, Zucker gefunden habe, so wage ich hieraus doch nicht auf das Vorkommen von Zucker im Speichel Nichtdiabetischer zu schliessen, weil in jenem Falle möglicher Weise von aussen Zucker in das Gefäss gekommen sein konnte, in welchem der Speichel gesammelt worden war. Da in den Speichel, wie wir später sehen werden, so viel heterogene Stoffe übergehen, so würde in der Annahme, dass in krankhaftem Speichel zuweilen Zucker vorkomme, gerade nichts Ungereimtes liegen. *Wright* hat unter der grossen Anzahl von ihm unterschiedener Speichelsorten auch einen süssen Speichel aufgeführt; leider hat er nicht näher untersucht, ob die Süssigkeit solchen Speichels von Zucker herrührte oder nur subjective Empfindung des Kranken war.

F. L. Winkler [4]) fand in zwei bereits bebrüteten, weichgesottenen Eiern, deren Eiweiss auffallend süss schmeckte, 8 Gran Zucker. Ich habe mich vor Kurzem überzeugt, dass auch im Eiweiss, so wie im Eidotter der unbebrüteten Hühnereier constant geringe Mengen von Zucker vorkommen.

Ich bemerke hierbei, dass ich 30 Stück Eier in Arbeit nahm und das oben angegebene Verfahren einschlug, um geringe Mengen von Zucker nachzuweisen. Die Winkler'sche Erfahrung, wornach so grosse Mengen Zucker und zwar Milchzucker in bebrüteten Eiern vorkommen, habe ich wiederholter Bemühungen ungeachtet nicht bestätigen können. Ich untersuchte Eier vom 3., 7. und 15. Tage der Bebrütung.

Cl. Bernard und *Barreswil* [5]) haben im Lebergewebe selbst

[1]) *Budge*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 3, S. 413.
[2]) *Lehmann*, Jahresb. d. physiol. Ch. 1844. S. 27.
[3]) Ders., ebend. S. 20.
[4]) *Winckler*, Buchn. Repert. Bd. 42, S. 46.
[5]) *Cl. Bernard* und *Barreswil*, Compt. rend. T. 27, p. 514.

solcher Thiere, die weder zucker- noch stärkmehlhaltige Nahrung zu sich nehmen, Zucker nachgewiesen.

Für jetzt kann ich diese Erfahrung nur rücksichtlich der Leber der Frösche bestätigen; der kalt bereitete alkoholische Auszug von Froschlebern ward zur Entfernung eines Theils der Gallenstoffe mit dem doppelten Volumen Aether versetzt; die von ausgeschiedenem taurocholsaurem Natron abgegossene Flüssigkeit mit einer alkoholischen Kalilösung versetzt; nachdem sich die starke Trübung in einen nicht unbedeutenden harzähnlichen Niederschlag (Zuckerkali) verwandelt hatte, ward letzterer in Wasser gelöst, mit etwas Kali und Kupfervitriol unter den oben angeführten Cautelen versetzt; es schied sich beim Kochen, besonders aber bei längerm Stehen, ein sehr erhebliches gelbes Sediment von Kupferoxydul aus. Nach diesem Versuche glaube ich, dass 15 bis 20 Froschlebern ausreichen, um sich mit Bestimmtheit vom Gehalte derselben an Zucker zu überzeugen. Uebrigens halte ich diesen Zucker nicht für Milchzucker, sondern für Krümelzucker, da er weit langsamer Kupferoxydul ausscheidet, als Milchzucker zu thun pflegt.

Beim *Diabetes* hat man sich bemüht, den Zucker in allen thierischen Flüssigkeiten nachzuweisen, und es ist dies in der That auch gelungen, so dass es kaum der Anführung von Auctoritäten bedarf. Man fand den Zucker nicht blos im Harne, Blute und allen serösen Flüssigkeiten (auch denen der Mundhöhle), sondern auch im Speichel, in den ausgebrochenen Massen, in den festen Excrementen und selbst im Schweisse.

Nur im Schweisse habe ich selbst bei einem sehr ausgebildeten Diabetes, der aber ungewöhnlicher Weise mit starkem Schweiss verbunden war, Zucker nicht finden können.

Ursprung. Der Ursprung der geringen Mengen Krümelzucker, die sich im normalen Zustande in thierischen Flüssigkeiten vorfinden, liegt so klar am Tage, dass wir kaum weiter darauf aufmerksam zu machen brauchen. Nur soviel sei hier zu bemerken erlaubt, dass aus jenen Versuchen, in denen man mittelst Speichel, Blutserum, Nierensubstanz u. dergl. Stärkmehl in Zucker verwandelt hat, wenig oder gar nichts für die Metamorphose des Stärkmehls oder Dextrins innerhalb des thierischen Organismus zu schliessen ist; denn ebenso gut wie diese Substanzen ist jede andre stickstoffhaltige Substanz, wenn man sie nur lange genug mit Wasser und Kleister digerirt, im Stande, einen Theil desselben in Zucker zu verwandeln; die einzige Substanz, deren man mit hoher Wahrscheinlichkeit die Umwandlung des Stärkmehls in Zucker zuschreiben muss, ist, wie erwähnt, der pankreatische Saft. *Magendie's* Versuch [1]), wo Kleister im kreisenden Blute eines

[1]) *Magendie*, Compt. rend. T. 30, p. 189—192.

lebenden Thieres in Zucker verwandelt wurde, beweist für den physiologischen Process nicht viel, da Stärkmehl im normalen Zustande nicht in's Blut gelangt. Auf die Verdauung des Stärkmehls und die hier einschlagenden Versuche von *Bouchardat* und *Sandras*, *Johannowitsch*, *Strahl* und Andern können wir erst im zweiten Theile ausführlicher eingehen.

Woher entstehen aber die Unmassen Zucker, die im Diabetes mit dem Harne oft ausgeleert werden? Dass sie zum grössten Theil wenigstens aus vegetabilischen Nahrungsmitteln herrühren, bezweifelt Niemand; allein ob nicht auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Thierkörpers mit zur Bildung dieses Stoffes beitragen können, ist noch eine Streitfrage. Viele haben die Bildung von Zucker aus Protein im Diabetes als unzweifelhaft angenommen (*Budge*[1]), allein fragen wir nach den Gründen für diese Behauptung, so sind diese auf noch sehr *zweifelhafte* Thatsachen gestützt. Man hat zunächst angeführt, dass Diabetiker bei stickstoffreicher Kost weit mehr Zucker entleerten, als sie mit den Nahrungsmitteln an zuckergebenden stickstofffreien Substanzen zu sich genommen hätten; allein leider sind hierüber gar keine genauen auf Zahlenresultate gestützten Beobachtungen angestellt worden; den einzigen Versuch dieser Art haben *Pfeuffer* und *Löwig*[2]) angestellt; derselbe führte jedoch zu keinem Resultate. Leider kennen wir übrigens die innere Constitution der eiweissartigen und leimartigen Stoffe fast gar nicht, so dass wir von chemischer Seite her wenigstens keinen Grund haben, eine solche Annahme zu unterstützen. *Berzelius*[3]) hat zwar aus der Erfahrung, dass das sog. Protein gleich dem Zucker mit Salzsäure Ameisensäure und Huminsäure, und mit Salpetersäure Oxalsäure und Zuckersäure (die nicht entschieden nachgewiesen ist) zu liefern vermag, die Möglichkeit abgeleitet, dass das Protein (gleich dem Amygdalin, Salicin u. dergl.) Zucker in sich schliessen, und dass daher wohl ein Theil des diabetischen Zuckers aus eiweissartigen Stoffen entstehen könne. Diese Möglichkeit wird auch durch die schöne Untersuchung *Guckelberger's* über die Zersetzungsproducte der stickstoffhaltigen Thierstoffe durch Schwefelsäure und chromsaures Kali nicht widerlegt; denn aus jenen stickstoffhaltigen Materien entwickelt sich durch jenes Oxydationsmittel Aldehyd[4]), gerade so wie bei gleicher

[1]) *Budge*, Arch. f. physiol. Heilk. Bd. 3 S.
[2]) *Löwig*, Zeitsch. f. rat. Med. Bd. 1, S. 451.
[3]) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 19, S. 655.
[4]) *Guckelberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 64, S. 99.

Behandlung des Milchzuckers. Allein hierdurch ist eben nichts weiter, als die Möglichkeit bewiesen, nicht aber, dass Zucker wirklich aus Proteinverbindungen gebildet werde; auch *Liebig*[1]) findet es blos „*denkbar*", dass bei der Gewebsmetamorphose aus leimartigen Substanzen Zucker hervorgehe.

Woran es übrigens liege, dass der im Diabetes gebildete Zucker nicht in der normalen Weise im Organismus umgewandelt werde, davon haben wir trotz der zahlreichsten von Aerzten aufgestellten Hypothesen noch keine Ahnung. Da wir unter „Harn" (im zweiten Theile) auf diesen Gegenstand zurückkommen werden, so mögen hier nur folgende Thatsachen erwähnt werden, die später unser Urtheil über diesen Gegenstand leiten können. Ich[2]) injicirte einem Hunde zwei Drachmen in Wasser gelösten Rohrzuckers; der Hund, der sehr wenig Blutverlust bei der Operation erlitten hatte, trank ausserordentlich viel und entleerte eine grosse Menge süss schmeckenden Harns, der *unveränderten* Rohrzucker enthielt; *Kersting*[3]) gelangte mit andern Zuckerarten zu einem gleichen Resultate. *Bernard*[4]) injicirte einem Hunde und einem Kaninchen Rohrzuckerlösung in die Venen; der Harn der Thiere blieb sauer und enthielt unveränderten Rohrzucker; als er aber einem andern Hunde und Kaninchen Krümelzuckerlösung injicirte, konnte er letztern im Harn nicht wieder finden, der Harn war aber alkalisch geworden.

Will man aus diesen wenigen Versuchen schon einen Schluss ziehen, so würde dieser dahin gehen, dass im Diabetes der aus den vegetabilischen Stoffen im Darme gebildete Krümelzucker im Blute nicht wie im normalen Zustande metamorphosirt werde. Man hat sonst gewöhnlich die alkalische Reaction des Harns bei Pflanzenfressern von der Zersetzung der organischsauren Alkalien in kohlensaure abgeleitet: allein nach dem *Bernard*'schen Versuche scheint es, als ob die Alkalescenz auch durch andre Verhältnisse bei vegetabilischer Nahrung bedingt werde; ich habe wenigstens auch gefunden, dass bei dem Versuche, wo ich zwei Tage lang nichts als Zucker, Fett und Stärkmehl, also stickstoff- und alkalifreie Nahrungsmittel genoss, mein Harn ausserordentlich schwach sauer reagirte.

---

[1]) *Liebig*, Geiger's Pharm. Bd. 1, S. 796.
[2]) *Lehmann*, Jahresber. d. phys. Ch. 1844. S. 47.
[3]) *Kersting*, Diss. inaug. med. Lips. 1844.
[4]) *Bernard*, Compt. rend. 1846. No. 12, p. 534—537.

Genauere Untersuchungen oder ausführlichere Mittheilungen sind noch nöthig, um über gewisse Versuche von *Cl. Bernard* [1]) ein Urtheil zu fassen und sie zu physiologischen Erklärungen der betreffenden Processe verwerthen zu können. Derselbe behauptet nämlich im Urine und Blute von Kaninchen Zucker gefunden zu haben, nachdem er in den Grund der vierten Hirnhöhle an einer bestimmten Stelle (?) gestochen hatte. Für *Scharlau,* der das Wesen des Diabetes in einem Leiden des Rückenmarks sucht, würde diese Erfahrung, wenn sie sich weiter bestätigte, zu sprechen scheinen, wenn nicht *Bernard* selbst sie mit der Function der Vagi zusammenreimte, nach deren Durchschneidung er ebenfalls Zucker gefunden haben will.

Nutzen. Da der Krümelzucker, der sich, wie wir eben gesehen haben, hauptsächlich aus dem Stärkmehl vegetabilischer Nahrung im Darmkanale erzeugt, nach dem Ergebnisse aller physiologischen Forschungen (siehe unten „*Ernährung*") als eigentliches Nahrungsmittel darstellt, so ist es nur die Frage, wie er im thierischen Organismus seine Verwendung finde. Er gehört nach *Liebig* zu den sg. Respirationsmitteln; betrachtet man ihn rein als solches, so ist sein Zweck leicht erklärt; er verbrennt durch den respirirten Sauerstoff zu Wasser und Kohlensäure und trägt mit zur Unterhaltung der thierischen Wärme bei, sobald wir diese als Selbstzweck gelten lassen. Stimmen wir aber auch dieser Ansicht vollkommen bei, so fragt es sich doch, ob der Zucker nicht vorher noch andre Veränderungen erleide und andern Zwecken diene, ehe er zu Kohlensäure und Wasser verbrennt.

Gerade beim Diabetes, wo die Saccharina und Amylacea für die Respiration gänzlich verloren zu gehen scheinen, müssen wir uns wundern, dass die Respiration und die Erhaltung der thierischen Wärme noch so gut von Statten gehen; denn wenn auch oft sich mit Diabetes Lungentuberculose complicirt, so ist diess bekanntlich keineswegs immer der Fall; Diabetes kommt auch ohne alle Lungenaffection vor; und es ist dann gewiss merkwürdig, dass eine solche Masse Respirationsmittel verloren gehen kann, ohne dass irgend ein Symptom auf eine Störung der Respiration oder eine Verminderung der thierischen Wärme hinweist.

Ueber die Meinung, dass der Zucker schon im Darmkanale in *Fett* umgewandelt werde, haben wir uns bereits oben (S. 264) ausgesprochen und gesehen, dass es dieser Hypothese an der gehörigen Unterstutzung durch Thatsachen fehlt. Dass aber irgendwo im Thierkörper wenigstens unter gewissen Verhältnissen Zucker zu Fett metamorphosirt werde, war nicht in Abrede zu stellen. Im Uebrigen sind wir noch in solcher Unkenntniss über die etwaigen Umwandlungen,

[1]) *Cl. Bernard,* Arch. génér. 1848. Novbr.

welche der Zucker im Blute erleidet, dass wir gewissermassen uns nur Fragen vorlegen können, durch die wir auf einen oder den andern Weg der Untersuchung geleitet werden. Auf die Möglichkeit der Entstehung der im Thierkörper vorkommenden *Milchsäure* aus Zucker haben wir schon oben (S. 106) hingedeutet; ebenso mag sich aus ihm auch unter besondern Verhältnissen *Buttersäure* bilden (S. 64). Das oben erwähnte von *Bernard* beobachtete Alkalischwerden des Harns nach Injection von Krümelzucker möchte fast darauf hindeuten, dass der Krümelzucker im Blute in eine Säure verwandelt würde, die mit dem Alkali des Blutes sich verbindend zu kohlensaurem Alkali verbrennt, welches dann in den Harn übergeht und diesen alkalisch macht. Sicher geht aus diesem Versuche hervor, dass die Umwandlung des Zuckers wenigstens zum grossen Theile erst im Blute geschieht und nicht schon im Darme.

Dass der Zucker im Darmkanale in *weinige Gährung* übergehe, ist eine bereits widerlegte Ansicht; denn die Hefekörperchen, welche sich zuweilen in den Darmcontentis finden und desshalb auf eine solche Gährung hinweisen könnten, mögen unmittelbar aus der Nahrung abstammen (z. B. aus Brod).

Sollte vielleicht der Zucker mit zur Gallenbildung verwendet werden? Wir haben oben (S. 131 u. 278) wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die Galle zum Theil aus Fett sich bilde und dass die Cholsäure als gepaarte Oelsäure betrachtet werden könne mit dem Paarlinge C_{12} H_6 H_6; sollte wohl dieser Paarling seinen Ursprung im Zucker haben?

Wer in den stickstoffhaltigen Thierkörpern, seien sie leim- oder eiweissartig, so präformirten Zucker, wie z. B. im Amygdalin annimmt, kann die Ansicht nicht mehr absurd finden, dass auch im Thierkörper aus stickstoffhaltigen Materien und Zucker erst sogenanntes Protein zusammengesetzt werde. Lässt sich doch im Chitin (siehe unten) offenbar mit grösserem Rechte Pflanzenfaserstoff combinirt mit einer stickstoffhaltigen Substanz annehmen.

Fast unzweifelhaft dürfte aber die Umwandlung des Krümelzuckers in Milchzucker bei weiblichen Säugethieren sein; wie diese jedoch und wodurch sie vollführt werde, ist gänzlich unbekannt.

Milchzucker. C_{10} H_8 O_8.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet weisse, undurchsichtige, geschobene, 4seitige Prismen oder Rhomboëder, welche 2 At. Wasser enthalten, ist hart, knirscht zwischen den Zähnen, hat einen sehr schwach süssen, fast mehligen Geschmack, keinen Geruch, löst sich langsam in kaltem, leichter in heissem Wasser auf, ist in absolutem Alkohol und Aether unlöslich, die wässrige Lösung, welche übrigens die Polarisationsebene des Lichts nach Rechts dreht, lässt sich weit abdampfen, ohne dass der Zucker zum Krystallisiren gebracht wird.

Beim *Erhitzen* schmilzt der Milchzucker, bläht sich auf, entwickelt einen süsslich stechenden Geruch und verbrennt mit Flamme.

Durch verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure, so wie durch Essigsäure und Citronensäure wird der Milchzucker bei einiger Digestion in Krümelzucker umgewandelt; er absorbirt Chlor, Salzsäure- und Ammoniakgas in grosser Menge. Von Salpetersäure wird er in Schleimsäure nebst etwas Oxalsäure, Zuckersäure und Kohlensäure zerlegt. Mit Schwefelsäure und doppeltchromsaurem Kali behandelt liefert er ausser Ameisensäure auch Aldehyd.

Durch ätzende fixe Alkalien wird er bei 225° in Oxalsäure verwandelt; mit verdünnten Alkalien oder Bleioxyd und Wasser gekocht, wird er gelb oder braun; bei + 50° geht er mit Bleioxyd verschiedene Verbindungen ein. Gegen schwefelsaures Kupferoxyd und Kali verhält sich der Milchzucker ganz wie Krümelzucker. Man hatte lange Zeit den Milchzucker zu den nicht gährungsfähigen Zuckerarten gezählt, bis *Schill* [1]) und *Hess* [2]) fast gleichzeitig darauf aufmerksam machten, dass der Milchzucker nur längerer Zeit bedürfe, um durch Hefe, Sauerteig, Gallerte, Eiweiss in geistige Gährung versetzt zu werden. *H. Rose* [3]) hat *Schill's* Beobachtung bestätigt, dass der geistigen Gährung des Milchzuckers Schleimzuckerbildung vorangehen müsse, so wie diess früher *Payen* rücksichtlich des Dahlins und *Rose* selbst rücksichtlich des Rohrzuckers bewiesen hat. Gleich andern Zuckerarten kann der Milchzucker auch in Milchsäure- und Buttersäuregährung übergehen, wenn die geeigneten Fermente angewendet werden.

---

[1]) *Schill*, Ann. der Pharm. Bd. 31. S. 152.
[2]) *Hess*, Pogg. Ann. Bd, 31. S. 194.
[3]) *H. Rose*, Pogg. Ann. Bd. 52. S. 293.

Zusammensetzung. In krystallisirtem Zustande hat der Milchzucker vollkommen dieselbe empirische Zusammensetzung wie der wasserfreie Krümelzucker, so dass er also gleiche Aequivalente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthält; da er aber durch Erwärmen 11,9% Wasser verliert, d. h. auf 5 At. Kohlenstoff 1 At. Wasser, so muss seine Formel entweder $= C_5 H_4 O_4$ oder ein Multiplum derselben sein. Da der Milchzucker mit keinem Körper in einem bestimmten Verhältnisse hat verbunden werden können, so ist sein wahres Atomgewicht unbekannt. Das Verhalten des Milchzuckers zu Salpetersäure, mit der er erwähnter Massen Schleimsäure gibt, beweist, dass er eine von den übrigen gährungsfähigen Zuckerarten etwas verschiedene Constitution haben muss.

Darstellung. Der Milchzucker wird im Grossen gewonnen, indem man die Molken durch Abdampfen concentrirt, und die Flüssigkeit dann längere Zeit an einem kühlen Orte stehen lässt; die Krystallcrusten, welche sich dann absetzen, werden durch Umkrystallisiren gereinigt. *Simon* empfiehlt die Milch bis auf $\frac{1}{6}$ ihres Volumens abzudampfen und durch Alkohol den Käsestoff zu fällen; die filtrirte Flüssigkeit wird dann weiter eingedampft und mit starkem Alkohol übergossen, der mit dem Wasserextracte niedergefallene Milchzucker wird durch etwas Wasser ausgewaschen, dann in reinem Wasser gelöst und der Selbstverdunstung überlassen. Nach *Haidlen*[1]) kocht man die Milch mit $\frac{1}{5}$ ihres Gewichts fein pulverisirtem Gyps, wodurch der Käsestoff coagulirt wird; die filtrirte Flüssigkeit wird zur Trockenheit verdunstet und nach Entfernung des Fetts durch Aether aus dem Rückstande der Milchzucker durch kochenden Alkohol extrahirt; aus der alkoholischen Lösung wird dann der Milchzucker völlig rein erhalten.

Prüfung. Ist in dem alkoholischen Extracte einer thierischen Flüssigkeit durch die *Trommer*'sche Probe einmal Zucker nachgewiesen worden, so lässt sich der Milchzucker, sobald man nur Untersuchungsmaterial genug erhalten hat, durch seine Schwerlöslichkeit in Alkohol, durch seine Unfähigkeit, mit Hefe schnell in Gährung überzugehen, und durch seine Eigenschaft, mit Salpetersäure beim Sieden die unlösliche Schleimsäure zu liefern, sehr leicht von andern Zuckerarten unterscheiden. *Quantitativ* bestimmt man ihn ziemlich gut nach der oben erwähnten Methode von *Haidlen*. Weit genauer lässt sich indessen der Milchzucker bestimmen, wenn man ihn ebenso, wie oben

---

[1]) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45. S. 275.

vom Krümelzucker angegeben ist, mittelst der Probeflüssigkeit von *Barreswil* oder *Fehling* bestimmt; *Poggiale* hat auf diese Weise mittelst einer Probeflüssigkeit (aus 10 Th. krystallisirtem schwefelsaurem Kupferoxyd, 10 Th. doppeltweinsaurem Kali, 30 Th. Aetzkali und 200 Th. destillirtem Wasser bestehend) den Milchzucker der Kuhmilch bestimmt, aber offenbar zu viel gefunden, da er das Caseïn vorher durch Essigsäure zu entfernen suchte, ein Theil desselben aber dabei in Lösung blieb und zersetzend auf das Kupferoxyd neben dem Zucker einwirkte. Besser ist es, man kocht die Milch mit schwefelsaurer Talkerde oder Chlorcalcium zur Entfernung des Caseïns, fällt aus der filtrirten Flüssigkeit die überschüssige Erde durch Kali und wendet dann nach dem *Fehling*'schen Verfahren die Probeflüssigkeit an; am besten ist es jedoch, wenn man ganz nach *Haidlen* verfährt und dann aus dem alkoholischen Extracte die Menge des Milchzuckers nach *Fehling* bestimmt.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieser Körper scheint ein integrirender Bestandtheil der Milch aller Säugethiere zu sein. In der Frauenmilch hat man 3,2 bis 6,24% Milchzucker gefunden (*Fz. Simon*[1]), *Haidlen*[2]), *Clemm*[3]), in der Kuhmilch durchschnittlich 3,4 bis 4,3%; nach einer bessern analytischen Methode fand ich in guter Kuhmilch immer etwas mehr Milchzucker; dagegen ist die von *Poggiale*[4]) angenommene Mittelzahl (= 5,28%) offenbar zu hoch, in der der Eselinnen 4,5%, in der der Stuten 8,7%, in der der Ziegen 4,4%, in der der Schaafe 4,2%; ja sogar in der Milch eines Bocks wurde Milchzucker gefunden (*Schlossberger*[5]). *Dumas*[6]) glaubte gefunden zu haben, dass die Hündinnen bei rein animalischer Kost gar keinen Milchzucker enthielten, allein später wurde von *Bensch*[7]) nachgewiesen, dass auch dann noch Spuren von Milchzucker in der Milch aufgefunden werden, dass dagegen bei vegetabilischer Kost der Milchzuckergehalt der Milch der Hündinnen allerdings erheblich zunehme.

---

[1]) *Fz. Simon*, Frauenmilch. S. 35.
[2]) *Haidlen* a. a. O.
[3]) *Clemm*, R. Wagner's Wörterb. d. Phys. Bd. 2. S. 464.
[4]) *Poggiale*, Compt. rend. T. 28. p. 505—507.
[5]) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51. S. 431.
[6]) *Dumas*, compt. rend. T. 21. p. 708—717.
[7]) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 221—227.

Im Colostrum fand *Simon* 7%, in der Milch 6 Tage nach der Geburt aber 6,24% Milchzucker; überhaupt vermindert sich nach *Simons* Beobachtungen der Zuckergehalt der Milch, je später nach der Geburt dieselbe abgesondert worden ist; *nahrhafte* oder *kärgliche Kost* hat nach *Simon* keinen Einfluss auf die Quantität des Zuckers in der Milch (wohl aber auf die der Butter). Durch *Krankheiten*, namentlich durch Syphilis, wird der Zuckergehalt der Milch nach *Donné's* [1]), *Meggenhofen's* [2]) und *Simon's* [3]) übereinstimmenden Beobachtungen nicht verändert.

Im *Blute* haben *Mitscherlich*, *Tiedemann* und *Gmelin* bisher vergeblich nach Milchzucker gesucht.

Ursprung. Dass der Milchzucker hauptsächlich aus dem Krümelzucker oder dem Stärkmehl der Nahrungsmittel gebildet werde, hat hohe Wahrscheinlichkeit, da die positiven Versuche von *Dumas* sowohl als von *Bensch* eine Vermehrung dieses Stoffes bei vegetabilischer Kost darthun; allein ob er sich auch aus stickstoffhaltigen Materien bilden könne, muss trotz der scheinbar affirmativen Beobachtungen *Bensch's* noch dahingestellt bleiben. An welchem Orte aber und durch welche Mittel der Thierkörper die Umwandlung des Krümelzuckers vollführe, ist völlig unbekannt.

Nutzen. Dass der Milchzucker, welcher dem Säuglinge mit seiner Nahrung zugeführt wird, dem kindlichen Körper zu denselben Zwecken diene, wie dem ausgebildeteren Organismus das Stärkmehl und andere Kohlenhydrate, kann wohl nicht in Zweifel gezogen werden.

In einigen niedern Thierklassen hat man ein Kohlenhydrat gefunden, welches eine dem *Pflanzenzellstoffe* ganz ähnliche Zusammensetzung und gleiche Eigenschaften hat. *C. Schmidt* [4]) entdeckte diesen Stoff im Mantel der Phallusia mammillaris, eines zu den Tunicaten gehörigen Weichthiers. *Löwig* und *Kölliker* [5]) fanden es später in der knorpligen Hülle der einfachen *Ascidien*, in dem lederartigen Mantel der *Cynthien* und im äussern Rohre der Salpen. Das Verhältniss dieses Stoffs zum Chitin so wie zum thierischen Organismus überhaupt wird beim Chitin berücksichtigt werden.

---

[1]) *Donné*, Du lait et en particulier de celui des nourrices. Paris 1836.

[2]) *Meggenhofen*, Diss. inaug. sist. indagationem lactis muliebris. Francof. a. M. 1816.

[3]) *Simon*, die Frauenmilch. Berlin 1838

[4]) *C. Schmidt*, z. vergl. Physiol. der wirbellosen Th. 1845. S. 62.

[5]) *Löwig* und *Kölliker*, Ann. de scienc. nat. 3 Bd. T. 5. p. 193—232.

Farbstoffe.

Leider gehören mehr noch die thierischen, als die pflanzlichen Farbstoffe zu denjenigen Körpern, deren chemische Natur sehr wenig erforscht ist, so dass ihnen immer noch die irrationelle Eintheilung nach der Farbe verbleiben muss.

Haematin. C_{44} H_{22} N_3 O_6 Fe.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper wird für das eigentliche rothe Pigment der Blutkörperchen gehalten; leider ist es aber noch keineswegs entschieden, ob er erst ein Umwandlungsproduct des eigentlichen Blutfarbstoffs ist, oder ob der von uns dargestellte Körper sich zu dem in den Blutkörperchen enthaltenen nur etwa so verhält, wie das geronnene Eiweiss zum nicht geronnenen. Im löslichen Zustande lässt es sich nicht vom Globulin der Blutkörperchen isoliren; daher wir es nur im coagulirten oder wesentlich modificirten Zustande kennen. Gereinigt stellt es eine dunkelbraune, schwach metallglänzende Masse dar, die sich beim Reiben an das Pistill ansetzt; sie ist ohne Geruch und Geschmack, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, essigsaurem Aethyloxyd, fetten und flüchtigen Oelen; nach *Mulder* löst es sich jedoch etwas in fetten und ätherischen Oelen auf.

Sehr leicht wird das Hämatin von schwach mit Schwefelsäure oder Salzsäure versetztem *Alkohol* aufgelöst; die Lösung ist braun, wird aber durch Sättigung mit Alkalien blutroth; mit denselben *Säuren* angesäuertes *Wasser* besitzt kein Lösungsvermögen für Hämatin, deshalb werden auch die alkoholischen Hämatinlösungen durch Wasserzusatz gefällt. Die genannten Säuren lösen in concentrirtem Zustande das Hämatin nicht auf, sondern entziehen ihm nur etwas Eisen. Mit schwefelsaurem Natron zusammengerieben, löst es sich grösstentheils in Wasser auf. Selbst sehr verdünnte Lösungen ätzender und kohlensaurer *Alkalien* in Wasser und Alkohol lösen das Hämatin fast in jedem Verhältnisse auf. Kocht man die Lösung des Hämatins in Kali und sättigt dann mit einer Säure, so ist das Hämatin nicht mehr in mit Ammoniak vermischtem Alkohol auflöslich; die Farbe der Hämatinkalilösung geht durch Kochen ins Dunkelrothe, ja ins Grüne über. Die

ammoniakalische Lösung gibt beim Verdunsten das Ammoniak wieder aus; auch wird Ammoniakgas nicht von Hämatin absorbirt. *Kohlensäure*, *Sauerstoff* und *Stickstoffoxyd* verändern die Farbe der ammoniakalischen Hämatinlösung nicht, von *schwefliger Säure* wird sie indessen hellroth gefärbt; *Schwefelwasserstoffgas* färbt die Hämatinlösungen nur wenig dunkler.

Aus der ammoniakalischen Lösung wird das Hämatin durch *Silber-*, *Blei-* und *Kupferoxydsalze* vollständig gefällt. Kocht man die Auflösung des Hämatins in schwefelsäurehaltigem Alkohol mit Bleioxyd, so wird sie gänzlich entfärbt.

Beim *Erhitzen* im verschlossenen Raume bläht sich das Hämatin auf, ohne zu schmelzen, gibt brenzliche, ammoniakalische Dämpfe, ein rothbraunes Oel und hinterlässt ein Wenig voluminöse, poröse Kohle, die beim Verbrennen eine rothe Asche liefert. Mit *Phosphor* oder *schwefelsaurem Eisenoxydul* kann das Hämatin ohne alle Veränderung gekocht werden.

Von concentrirter *Salpetersäure* wird es in der Kälte mit brauner Farbe unter Entwicklung von salpetriger Säure aufgelöst, beim Kochen vollständig zerstört.

Lässt man *Chlor* auf mit Wasser angerührtes Hämatin einwirken, so löst sich alles Eisen des Hämatins als Eisenchlorid auf, während weisse Flocken sich abscheiden. Diese sind in Alkohol und Aether, aber nicht in Wasser löslich, entwickeln beim Trocknen (bei 100°) etwas chlorige Säure, und stellen dann ein leichtes strohgelbes Pulver dar, welches von Salzsäure nicht verändert, von Alkalien aber mit röthlicher Farbe aufgelöst wird; nach *Mulder* besteht dieser Körper aus chloriger Säure und eisenfreiem Hämatin. Wird über trocknes Hämatin Chlorgas geleitet, so bildet sich ohne Abscheidung irgend einer Substanz eine dunkelgrüne Verbindung, welche in Alkohol sich auflöst, nicht auf Pflanzenfarben einwirkt, von Säuren und Alkalien nicht verändert, von Schwefelwasserstoff-Ammoniak aber beim Erwärmen roth gefärbt wird.

Mit trocknem *Salzsäuregas* bildet trocknes Hämatin eine violette Masse, welche mit schön rother Farbe und saurer Reaction sich in Wasser und Alkohol auflöst.

Wird Hämatin mit reiner concentrirter Schwefelsäure stehen gelassen und dann die Flüssigkeit mit Wasser verdünnt, so löst sich unter Entwicklung von Wasserstoffgas schwefelsaures Eisenoxydul auf; durch Wiederholung dieses Verfahrens kann dem Hämatin das

Eisen bis auf eine Spur entzogen werden, ohne dass es seine Eigenschaften verliert und ohne dass es ausser dem Eisenverluste eine Veränderung in seiner elementaren Zusammensetzung erleidet.

Die Darstellung des eisenfreien oder eisenarmen Hämatins rührt von *Mulder* und *van Goudoever* [1]) her; indessen hatten *Sanson* und *Scherer* [2]) schon früher die Beobachtung gemacht, dass durch concentrirte Schwefelsäure dem Cruor oder Blutkörperchenresiduum alles Eisen entzogen werden könne, ohne dass dasselbe seine dunkelbraune Färbung verliert.

Zusammensetzung. *Mulder* [3]) hat aus seinen Analysen die obige Formel für das Hämatin berechnet, wornach es besteht aus:

Kohlenstoff	44 At.	65,347
Wasserstoff	22 „	5,445
Stickstoff	3 „	10,396
Sauerstoff	6 „	11,881
Eisen	1 „	6,931
		100,000

Mulder's Analysen des eisenfreien Hämatins stimmen mit der Formel: $C_{44}\ H_{22}\ N_3\ O_6$. Aus dem Chlorhämatin berechnet *Mulder* das Atomgewicht des Hämatins zu 5175.

Das Chlorhämatin, aus trocknem Chlorgase und Hämatin erhalten, besteht aus 1 Aequiv. Hämatin und 6 Aequiv. Chlor; wie übrigens diese Verbindung zusammengesetzt gedacht werden muss, darüber lässt sich zur Zeit noch nichts vermuthen. Die aus trocknem Chlorwasserstoffgas und Hämatin erhaltene Verbindung besteht nach *Mulder* aus 2 Aequiv. Hämatin und 3 Aequiv. Salzsäure; wird dieselbe bis 100° erhitzt, so verliert sie die Hälfte ihrer Säure und besteht dann aus 4 Atomen Hämatin und 3 Atomen Säure. In den Verbindungen des Hämatins mit Metallen scheint nach einem Versuche *Mulder's* 1 Atom Hämatin mit 1 Atom Basis verbunden zu sein.

Eine Frage, welche Chemiker und Physiologen lange Zeit hindurch beschäftigt hat, war die, in welchem Zustande das Eisen im Blute vorhanden sei, oder von welcher Eisenverbindung die rothe Farbe des Blutes herrühre. Ohne zu bedenken, dass man mit gleichem Rechte nach der Ursache der Farbe des Indigos, des Carmins und des Eisenoxyds selbst fragen könnte, glaubte man doch von letzterem die Blutfarbe herleiten zu müssen, und suchte nur nach der Verbindung, in welcher das Eisenoxyd verborgen sei. Es würde überflüssig sein, wollten wir die verschiedenen Ansichten über die Verbindungen aufführen, in denen man sich das Eisenoxyd im Blute dachte. Ganz unerwähnt können wir jedoch nicht lassen, dass eine Entdeckung *Engelhardt's* die Erklärer ausser

[1]) *Mulder* und *van Goudoever*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 32. S. 186 ff.
[2]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40. S. 30.
[3]) *Mulder*, Journ. f. pr. Chemie. Bd. 20. S. 340.

Fassung brachte; derselbe fand nämlich, dass das Eisen im Blute durch Alkalien und Schwefellebern fällbar gemacht werden könne, wenn während hinlänglich langer Zeit Chlorgas durch das Blut geleitet würde; er zog hieraus den keineswegs logisch gerechtfertigten Schluss, das Eisen könne nicht oxydirt, sondern müsse metallisch im Blute enthalten sein; denn *Rose's* Entdeckung, dass die Fällung des Eisenoxyds und anderer Metalloxyde aus ihren Lösungen durch alle nicht flüchtigen organischen Säuren verhindert werden könne, bewies, dass trotz der Erfahrung von *Engelhardt* das Eisen im Blute hätte als Oxyd enthalten sein können. *Lecanu* entdeckte endlich den eigentlichen Farbstoff des Bluts, das Hämatin, und da in diesem fast alles Eisen des Blutes angesammelt war, so war man wieder geneigt, die Färbung dieses Pigments vom Eisenoxyd abzuleiten. Wir wissen aber erst durch *Scherer's*, *Sanson's* und *Mulder's* Versuche, dass das Eisen in einer andern Verbindung als in nächster Verbindung mit Sauerstoff enthalten sein müsse, und dass dem rothen Blutpigment das Eisen ohne Veränderung seiner Farbe entzogen werden könne. Dass das Eisen unmittelbar mit dem Atomencomplex des Hämatins verbunden sei, ist nicht recht wahrscheinlich; indessen ist noch keine hierauf bezügliche Thatsache bekannt, nach der etwa die Eisenverbindung näher bezeichnet werden könnte.

Den weissen Körper, der durch Einwirkung von Chlor und Wasser auf Hämatin entsteht, fand *Mulder* eisenfrei und entsprechend der Formel: $C_{44}\ H_{22}\ N_3\ O_6 + 6Cl\ O_3$ zusammengesetzt.

Darstellung. Man versetzt Blut mit ungefähr der achtfachen Menge einer Lösung von schwefelsaurem Natron oder Kochsalz, filtrirt und wäscht den Rückstand auf dem Filter so viel als möglich mit der gleichen Salzlösung aus; jener vom Serum möglichst befreite Rückstand (die Blutkörperchen) wird in Wasser gelöst und durch Erhitzen coagulirt; das ausgewaschene getrocknete und fein zerriebene Coagulum wird nun mit schwefelsäurehaltigem Weingeist so lange ausgekocht, als die Flüssigkeit noch gefärbt durch das Filter geht. Die erhaltene braunrothe Flüssigkeit setzt nach dem Sättigen mit Ammoniak schwefelsaures Ammoniak und etwas Globulin ab; hiervon abfiltrirt, wird sie zur Trockenheit verdunstet, der feste Rückstand mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt und dann zu vollständiger Reinigung von beigemengtem Globulin nochmals in ammoniakhaltigem Weingeist gelöst, filtrirt, verdunstet und der Rückstand mit Wasser ausgezogen.

Prüfung. Sollte eine Flüssigkeit etwa wegen vermutheter Gegenwart von Blut auf Hämatin untersucht werden, so würde es weit passender sein, sich des Mikroskops zu bedienen und mittelst dessen nach Blutkörperchen oder deren Rudimenten zu suchen. Selten nur dürfte es aber gelingen in Exsudaten oder imbibirten Massen, in denen keine Blutkörperchen mehr vorhanden sind, das rothe Pigment des

Blutes mit Sicherheit nachzuweisen, da seine Menge so gering ist, dass man kaum auf dem so eben angegebenen Wege so viel erhalten kann, um damit einige Proben anzustellen.

Dass das von *Virchow*[1]) entdeckte oder wenigstens zuerst genauer untersuchte *Hämatoïdin* (auch *Xanthose* genannt) nicht völlig identisch mit dem Hämatin ist, geht schon aus *Virchow's* Versuchen hervor; allein das Vorkommen dieser Substanz in blutigen Extravasaten, deren Umwandlungen *Zwicky*, *Bruch* und *Virchow* in vortrefflicher Weise verfolgt haben, spricht eben so deutlich, als es nur chemische Versuche darthun könnten, dafür, dass diese Substanz sich aus dem Hämatin herausbildet; eben so thun auch mehrere seiner Eigenschaften die nahe Verwandtschaft desselben mit dem Hämatin dar.

Das *Hämatoïdin* kommt ebensowohl amorph in Körnchen, Kugeln und zackigen Massen als in wohl ausgebildeten, dem monoklinischen System angehörigen Krystallen vor; es sind schiefe rhombische Säulen, den Gypskrystallen nicht unähnlich, oft stellen sie jedoch fast reine Rhomboëder dar; sie sind stark lichtbrechend und durchsichtig, von gelbrother, rother oder rubinrother Farbe, durchsichtig; in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren und Alkalien ist es unauflöslich; die kleinern lichtern Krystalle sah ich einigemal von schwefelsäurehaltigem oder ammoniakhaltigem Alkohol aufgelöst und durch Neutralisation wieder präcipitirt werden, jedoch nicht immer; *Virchow* hat das Verhalten dieses Körpers gegen concentrirte Alkalien und Mineralsäuren sehr genau studirt; indessen wirken auch diese Agentien nicht auf alle Objecte vollkommen gleich; gewöhnlich wird auf Zusatz von Kalihydrat das Pigment brennender roth, allmälig lockert sich aber die Masse auf, zerfällt in rothe Körnchen, die sich allmälig auflösen; durch Neutralisation des Alkalis wird jedoch die Substanz nicht wieder präcipitirt. Lässt man concentrirte Mineralsäuren namentlich Schwefelsäure auf das Object einwirken, so verschwinden die scharfen Contouren der Krystalle und die Farbe der rundlichen Rudimente geht zuerst in Braunroth, dann in Grün, Blau und Rosa über und verschwindet endlich in einem schmutzigen Gelb. In der durch Zersetzung des Hämatoïdins entstandenen sauren Flüssigkeit lässt sich Eisen zuweilen nachweisen, oft aber nicht. Das Hämatoïdin findet sich constant in dem Blutextravasate, welches in Folge geplatzter *Gräf*'scher

[1]) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. u. s. w. Bd. 1. S. 383—445.

Follikeln bei der Menstruation oder Conception entsteht, ferner häufig in alten Extravasaten des Gehirns, in obliterirten Venen, hämorrhagischen Milzinfarcten, in Hautsugillationen und in Eiterhöhlen der Extremitäten (*Virchow*). Nach *Virchow's* Forschungen können schon 17 bis 20 Tage nach geschehener Extravasation sich jene Krystalle bilden. *Kölliker* [1]) beobachtete die Entstehung solcher Krystalle innerhalb der Blutkörperchen selbst im Blute einiger Fische; diese Krystalle waren aber in Essigsäure, Kali und Salpetersäure löslich.

Aller Bemühungen ungeachtet ist es weder *Virchow* noch mir bis jetzt gelungen, künstlich aus Hämatin- oder Blutlösungen solche Krystalle modificirten Hämatins zu erhalten; indessen wird auch derjenige, der noch vitalen Kräften grossen Spielraum im Thierkörper gestattet, zugeben müssen, dass unter den gehörigen Bedingungen auch ausserhalb des Thierkörpers aus Hämatin das Hämatoïdin hervorgehen werde, da diese Art von Metamorphose der Extravasate völlig den Charakter eines Zerfallens, d. h. eines rein physikalischen und chemischen Processes, an sich trägt. Uebrigens gibt die *Kölliker'*sche Beobachtung der Hoffnung Raum, dass wir zunächst vielleicht aus dem Blute niederer Thiere, z. B. der Fische, uns das krystallisirbare Hämatin oder Hämatoïdin so verschaffen können, dass es einer genauern chemischen Untersuchung zugänglich ist.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Hämatin ist bis jetzt nur in den Blutkörperchen der höhern Thiere gefunden worden. Mit dem Globulin innig vereinigt bildet es den zähflüssigen Inhalt der gefärbten Blutzellen.

Berzelius fand in den getrockneten Blutkörperchen vom Menschen oder Rinde 0,38% metallisches Eisen; da nun *Mulder* im Hämatin 6,64% Eisen gefunden, so würde sich hieraus berechnen lassen, dass in den Blutkörperchen 5,72% Hämatin neben Fett, Globulin, Salzen und Gallensubstanz enthalten sei; sonach würden im frischen Blute, in welchem durchschnittlich etwa 12,8% gefärbte Blutkörperchen enthalten sind, = 0,732% Hämatin vorkommen. Legt man *Bequerel's* Resultate, der in 1000 Th. Blut = 0,565 Th. Eisen und 141,1 Th. Blutkörperchen fand, der Rechnung zu Grunde, so stellt sich ein dem oben berechneten sehr ähnliches Resultat heraus, nämlich 100 Th. Blutkörperchen enthalten 6,02 Th. Hämatin. Es versteht sich von selbst, dass solche Rechnungen nur zu sehr ungefähren Resultaten führen können; man hat zwar versucht, den Hämatingehalt des Blutes auch direct zu bestimmen; allein noch ist die Scheidungsmethode zu unsicher, als dass auf die gewonnenen Zahlen viel gegeben werden könnte. *Lecanu* fand offenbar zu wenig im Blute, nämlich 0,227%, während *Simon's* Zahl = 0,718% der berechneten näher kommt.

C. Schmidt stellte aus defibrinirtem Kalbsblut durch Behandlung desselben mit Kochsalz die Körperchen rein dar und fand in denselben nach dem Ein-

---

[1]) *Kölliker,* Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 1. S. 266.

äschern = 1,179% Eisenoxyd; hiernach würden die Blutkörperchen (wenn man *Mulder's* Analyse des Hämatins zu Grunde legt) 12,41% Hämatin enthalten; bei Wiederholung von *Schmidt's* Versuch mit Rindsblut fand ich 9,076 und 10,94% Eisenoxyd, ein Resultat, welches mit dem von *Schmidt* ziemlich übereinstimmt. Die grosse Differenz, welche sich zwischen diesen Resultaten directer Versuche und den Ergebnissen vorbezeichneter Berechnungen herausstellt, ist leicht erklärlich; im letzteren Falle sind die Blutkörperchen mehr oder weniger entsprechend ihrer wahren Constitution im Blute in Rechnung gebracht, während bei unsern Versuchen mit gereinigten Blutkörperchen diesen durch das Auslaugen mit Kochsalz- oder Glaubersalzlösung gewiss ein Theil des Globulins und alle löslichen Salze entzogen waren; bei der Behandlung mit Salzlösungen verlieren die Körperchen nach endosmotischen Gesetzen nicht blos Wasser, sondern auch einen Theil ihres löslichen Globulins; die Behandlung der coagulirten Körperchen mit Wasser, Alkohol und Aether entzieht aber den Blutkörperchen alle löslichen Salze und das Fett (letzteres beträgt meinen Untersuchungen nach wenigstens 2%).

Das Verhältniss des Hämatins zum Gesammtblute ändert sich in *Krankheiten* wohl meist mit der Zahl der Blutkörperchen; ob aber das Verhältniss der Zahl des Hämatins zum Globulin der Blutkörperchen ein constantes ist, oder ob es grössern Schwankungen als Globulin unterliege, dies sind Fragen, die nach dem jetzigen Stande der organischen Analyse noch keiner Beantwortung fähig sind.

Ursprung. Ueber die Genesis des Blutpigments finden wir in der chemischen Constitution desselben keinen Anhaltspunkt zu irgend einer Conjectur; wir wissen nicht, ob das Hämatin sich unmittelbar aus Bestandtheilen der Nahrungsmittel oder aus Umwandlungsproducten bereits benutzter Nährstoffe heraus bildet; auch die Bildungsstätte des Hämatins lässt sich nicht mit Bestimmtheit nachweisen. Der Chylus enthält zwar Eisen und im Milchbrustgange auch bereits Hämatin; allein Eisen ist noch kein Hämatin und die geringe Menge des letztern kann vom Blut her durch die Mesenterialdrüsen in den Chylus gelangt sein oder von den mit der Milzlymphe in den Chylus übergegangenen Blutkörperchen herrühren. Fände die Bildung des Hämatins schon im Chylus statt, so würden wir den letzteren wohl nicht gerade nach längerm Fasten am reichsten an Hämatin finden. Die Chemie lässt uns, wie gesagt, betreffs der Entstehung dieses Körpers gänzlich im Stiche; wir können uns daher zur Zeit nur an physiologische Thatsachen halten, um für fernere chemische Forschungen gewisse Ausgangspunkte zu gewinnen.

Die meisten neuern Physiologen stimmen darin überein, dass sich die rothen Blutkörperchen aus den farblosen entwickeln; möge man

nun die erstern als Kerne der letztern oder als selbstständig aus diesen hervorgegangene Zellen betrachten, möge man *H. Müller's* [1]) oder *Gerlach's* [2]) oder *Kölliker's* [3]) Ansichten folgen: so muss doch in jedem Falle der rothe Farbstoff des Bluts erst innerhalb des Umhüllungshäutchens entstehen. Darüber, dass der Blutfarbstoff sich erst innerhalb bereits gebildeter Zellen entwickle, lässt die physiologische Forschung kaum einen Zweifel übrig; sie giebt uns aber auch zugleich eine wenn auch ferne Andeutung darüber, woraus das Pigment sich möglicher Weise hervorbilden könne. *Nasse*, *Hünefeld* und Andre haben nachgewiesen, dass die in manchen gefärbten Blutkörperchen sichtbare granulöse Materie nichts andres als Fett ist; ja in den Dotterzellen, in den jüngern Blutkörperchen der Amphibien finden sich nicht blos rundliche, sondern auch eckige, in Aether lösliche Körnchen, die kaum etwas andres als Stearin sein können; *Henle* und *H. Müller* suchen den ersten Ursprung der farblosen Blutkörperchen in dem als feine nebelartige Materie erkennbaren Fett der feinsten Chylusgefässe. Wir haben bereits oben erwähnt, dass das Fett in einer gewissen Beziehung zur Leberfunction stehe; nun wissen wir aber durch die schönen Untersuchungen *E. H. Weber's* und *Kölliker's*, dass in der Leber im Fötalzustande und im Winterschlafe bei gewissen Thieren, also zu Zeiten, wo dieses Organ wenig oder keine Galle abscheidet, wo Fett in ihr sich ansammelt, stets grosse Mengen von Blutkörperchen gebildet werden.

Auch bei unbefangener Beobachtung der Entwicklung des Hühnchens im Ei wird man geneigt zu der Annahme, dass die Bildung des Blutroths nur unter Vermittlung von Fett vor sich gehe. Wird diese Hypothese durch die angeführten physiologischen Thatsachen unterstützt, so steht ihr von chemischer Seite wenigstens nichts entgegen. Da nämlich der Farbstoff offenbar nur da gebildet wird, wo freier Sauerstoff zutreten kann, also in den Gefässen und zu seiner Bildung der Sauerstoff zweifelsohne viel beiträgt, so kann er nicht füglich aus dem sauerstoffreicherem Protein oder Zucker entstanden gedacht werden; das Hämatin dürfte daher kaum aus einem andern Stoffe durch einen Oxydationsprocess hervorgehen können, als aus Fett.

Diese hier gestellte Annahme der Hämatinbildung aus Fett ist nichts als eine auf ein paar physiologische, vielleicht sogar anders zu

---

[1]) *H. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3, S. 204—278.

[2]) *Gerlach*, ebendas. Bd. 7, S. 76—90.

[3]) *Kölliker*, ebendas. Bd. 4, S. 112—160.

deutende Thatsachen gestützte Hypothese; sie soll und kann nur dazu dienen, unsre Aufmerksamkeit bei Erforschung dieses Gegenstandes nach einer gewissen Richtung hinzulenken.

Nutzen. Das constante Vorkommen des Hämatins in den Blutkörperchen deutet auf eine hohe Wichtigkeit dieses Körpers für die thierische Stoffmetamorphose, und man ist auch bereit gewesen, allerlei Conjecturen über die Function des Hämatins im Blute aufzustellen; besonders hat man es mit der Respiration in Beziehung gebracht. Allein wir können in der That keiner Hypothese Raum geben, so lange nicht entschieden ist, ob das vorliegende Hämatin zu dem eigentlichen Farbstoffe des Bluts wirklich in dem Verhältnisse stehe, wie geronnenes Eiweiss zu nicht geronnenem, oder ob unser künstlich dargestelltes Hämatin bereits ein vollständiges Zersetzungsproduct des wahren Blutpigments sei. Ist das Hämatin von derselben Zusammensetzung wie das künstlich bereitete und nur in löslicher Form in den Blutkörperchen enthalten, so fallen alle jene an sich schon sehr luftigen Hypothesen über den Haufen, die dem Eisen einen grossen Antheil an der Respiration und namentlich an der Fortführung des Sauerstoffs im Blute nehmen liessen.

Bruch's Versuche [1]) über die Einwirkung der Gase auf die Färbung des Bluts so wie *Harless* Beobachtungen [2]) über die allmälige Zerstörung der Froschblutkörperchen deuten allerdings darauf hin, dass die Blutkörperchen und ihr Inhalt in einer chemischen Beziehung zu dem geathmeten Sauerstoffe stehen, und dass wohl auch das Hämatin daran seinen Theil habe. Indessen scheint *Hannover's* [3]) Erfahrung, dass Chlorotische d. h. solche, die ein an rothen Körperchen sehr armes Blut haben, ebensoviel Kohlensäure exhaliren, als Gesunde, wiederum gegen eine directe Relation zwischen Blutkörperchen oder Blutpigment und Oxydation im Blute zu sprechen. Begeben wir uns daher vorläufig lieber aller Deutung der Function des Blutpigments.

Was aus dem Hämatin wird, wenn die Blutkörperchen mit ihrem Inhalte untergehen, ist lange Zeit vollkommen dunkel gewesen. Einiges Licht ist jedoch durch *Virchow's* vortreffliche Untersuchung des Hämatoïdins über diesen Gegenstand verbreitet worden. Das Vorkom-

---

[1]) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3, S. 308.

[2]) *Harless*, Ueber den Einfluss der Gase auf die Blutkörperchen von Rana tempor. Erlangen 1846.

[3]) *Hannover*, de quantitate ac. carbonici ab homine sano et aegroto exhalati. Hauniae 1845.

men der Krystalle des letzteren so wie sein verschiedenes Verhalten gegen dieselben Reagentien deuten darauf hin, dass diese Substanz selbst aus dem Blutpigmente hervorgegangen, trotz ihrer krystallinischen Gruppirung doch fort und fort Umwandlungen erleidet, die aus einem dem Hämatin höchst ähnlichen Stoffe einen dem Gallenpigmente oder dem Melanin vollkommen ähnlichen, wo nicht gleichen Stoff hervorgehen lassen. Obgleich dieser Gegenstand noch keineswegs seinem Abschlusse nahe ist, so hat doch *Virchow* zuerst durch seine pathologisch- histologischen und auch chemischen Forschungen bestimmte Thatsachen geltend gemacht, die der wohl längst schon geahnten und ausgesprochenen Ansicht, Hämatin möge in Cholepyrrhin übergehen, die erste festere Stütze gegeben haben.

Wir müssen im Betreff dieses Punktes durchaus auf *Virchow's* geistreiche Abhandlung verweisen, in welcher er die Ansicht über jene Umwandlung durch eine einfache auf unmittelbare Beobachtung gestützte Induction zu erhärten sucht. Möge es nur bald gelingen, das Hämatoïdin so rein auszuscheiden und in genügender Menge darzustellen, dass es auch einer streng chemischen Untersuchung zugänglich ist, was bis jetzt noch zu den Unmöglichkeiten gehört. Aus dieser Untersuchung geht aber recht klar hervor, dass zur Förderung der pathologischen und physiologischen Chemie der Arzt selbst mit Hand anlegen muss; ohne pathologische Histologie, ohne eine verständige Benutzung des Mikroskops hätte der Chemiker ebensowenig das Hämatoïdin als den oxalsauren Kalk im normalen Harn entdeckt; ohne diese gewönne der Chemiker nie einen Begriff von der Umwandlung der Pigmente des Thierkörpers. Will aber der Arzt sich einer organisch- chemischen Richtung in die Arme werfen, so darf er von der Chemie nicht blos Hypothesen entlehnen, sondern er muss sie selbstständig bei seinen Forschungen benutzen. So lange die Aerzte nicht selbst die Chemie anzuwenden verstehen, werden sie das von dieser ersehnte Heil vergeblich erwarten, gerade so wie die Agricultur nur dann zu der gewünschten wissenschaftlichen Höhe gelangen wird, wenn die Ackerbauenden selbst chemische Principien anzuwenden gelernt haben werden.

Melanin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Melanin bildet eine schwarze, zusammenhängende Masse oder ein schwarzbraunes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, lässt sich in Wasser nur aufrühren und erhält sich einige Zeit darin schwebend, löst sich aber weder in Wasser noch in Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren oder concentrirter Essigsäure; von verdünnter Kalilauge wird es nach längerer Digestion aufgelöst, hier-

aus aber durch Salzsäure mit lichter brauner Farbe wieder niedergeschlagen; von concentrirter Salpetersäure wird es beim Kochen zersetzt, von Chlor aber nicht verändert, wenn man seine Einwirkung nicht sehr lange fortsetzt. Es leitet die Electricität, ist unschmelzbar, lässt sich an der Luft entzünden und verbrennt mit lebhaftem Lichte, die Kohle verglimmt von selbst an der Luft zu einer weissgelblichen Asche, welche aus Kochsalz, Kalk, Knochenerde und etwas Eisenoxyd besteht. Bei der trocknen Destillation giebt es empyreumatische Substanzen und kohlensaures Ammoniak. Durch Chlorwasser wird nach *Gmelin* dieses Pigment blasser und zur Hälfte aufgelöst, der ungelöste Theil wird indessen durch Kali wieder dunkelbraun.

Ob die schwarzen Krystalle, welche *Mackenzie* [1]), *Guillot* [2]) und *Virchow* [3]) in melanotischen Massen gesehen haben, mit dem Melanin identisch sind oder nicht, muss bei unsrer geringen Kenntniss des Pigmentes selbst noch dahingestellt bleiben. *Virchow* erkannte diese Krystalle als flache, rhombische Tafeln mit ausserordentlich spitzen Winkeln.

Zusammensetzung. *Scherer* [4]) fand diesen Körper zusammengesetzt in Mittel dreier Analysen aus:

Kohlenstoff	58,084
Wasserstoff	5,917
Stickstoff	13,768
Sauerstoff	22,231
	100,000

Da wir weder das Atomgewicht dieses Körpers noch auch irgendwelche Zersetzungsproducte desselben kennen, so lässt sich auch nicht eine hypothetische Formel für denselben aufstellen. In dem Pigmente aus der Choroïdea fand ich = 0,254% Eisen.

Schwarzes Pigment, welches sich pathologisch in der Lunge abzulagern pflegt, fand *C. Schmidt* [5]) sehr verschieden zusammengesetzt, nämlich in zwei verschiedenen Fällen:

Kohlenstoff	72,95	66,77
Wasserstoff	4,75	7,33
Stickstoff	3,89	8,29
Sauerstoff	18,41	17,61
	100,00	100,00

[1]) *Mackenzie*, a practical treatise of the deseases of the eye. Lond. 1835 p. 663.

[2]) *Guillot*, Arch. génèr. 4 Sér. T. 7, p. 166.

[3]) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. u. s. w. Bd. 1, S. 399.

[4]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 63.

[5]) *C. Schmidt*, Jul. Vogel's pathol. Anat. S. 161.

Darstellung. Man erhält diesen Körper am besten aus dem Auge; nachdem man nämlich die Retina entfernt hat, zieht man die Choroïdea von der Sklerotika ab, bringt erstre in einen reinen Lappen, und wäscht mit reinem Wasser den Farbstoff aus, gleich wie man die Stärkmehlkörnchen aus leinenen Säcken ausspült; in dem Wasser bleibt das Pigment zwar lange suspendirt, doch lässt es sich leicht abfiltriren; auch kann man die Flüssigkeit abdampfen und den Rückstand mit Wasser ausziehen.

Prüfung. Dieser Körper characterisirt sich durch seine physischen Eigenschaften in einer solchen Weise, dass er leicht zu erkennen und leicht zu trennen ist; indessen findet es sich in der Regel nur in so geringen Mengen, dass über die Identität des vorliegenden Objectes mit dem Melanin des Auges nicht zu entscheiden ist, zumal da das letztere selbst chemisch noch so wenig untersucht ist. Aus der blossen Farbe und Unlöslichkeit in indifferenten Menstruis darf man nicht sofort auf Anwesenheit schwarzen Pigments schliessen, da sich zuweilen, wie *Jul. Vogel*[1]) zuerst beobachtet hat, Schwefeleisen in Gewebe infiltriren kann. Hiervon ist das schwarze Pigment bekanntlich sehr leicht durch Säuren zu unterscheiden.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Dieses Pigment findet sich als dichter Ueberzug auf der Choroïdea des Auges. Ob dasselbe auch in andern Theilen des thierischen Organismus vorkomme, lässt sich durchaus nicht entscheiden, da die andern Pigmente gleicher Farbe in krankhaften Ablagerungen entweder nicht genau untersucht worden sind oder ihrer geringen Menge wegen nicht untersucht werden konnten; diess gilt von den schwarzen Bronchialdrüsen, dem Malpighischen Schleimnetz der Neger, den melanotischen Geschwülsten, dem schwarzen Serum und Pigment im Lungengewebe.

Das Melanin kommt in der Choroïdea in besondern hexagonalen Zellen eingeschlossen vor, in den Häuten der Blutgefässe der Frösche und anderer Amphibien aber in zackigen verästelten Zellen. An andern Orten des Thierkörpers namentlich in melanotischen Geschwülsten findet es sich dagegen andern Zellen oder Geweben nur eingestreut. Ob die obsolescirten Körnchenzellen, wie man sie in alten Exsudaten findet, wirkliches Melanin enthalten, muss noch dahin gestellt bleiben. Blutige Extravasate werden aber nicht selten in eine

[1]) *Jul. Vogel*, Pathol. Anat. S. 163 u. 311.

Masse umgewandelt, welche von schwarzem Pigment vollkommen schwarz gefärbt ist.

Ursprung. Der Eisenreichthum dieses Pigments deutet darauf hin, dass es aus dem Hämatin hervorgehen möge. Chemisch wird man eine solche Umwandlung direct nicht eher nachweisen können als bis man im Stande ist darzuthun, dass die pathologischen Pigmentenlagerungen wahrhaftes Melanin enthalten. Die schwarz pigmentirten Entzündungskugeln mögen entstehen, wie sie wollen, so muss man doch *Bruch* [1]) darin beistimmen, dass, wenn man auch nicht, wie *Hasse* [2]), *H. Müller* und *Pestalozzi* [3]) wahrhafte Blutkörperchen in diesen Zellen gesehen hat, sie Blutfarbstoff und Rudimente der Blutkörperchen mit einschliessen; man untersuche nur den Auswurf bei einer sich sehr allmälig lösenden Pneumonie und man wird bei ganz vorurtheilsfreier Beobachtung sehr viele dieser Zellen finden, die vollkommen die Farbe der Blutkörperchen tragen. *Virchow* [4]) hat die Umwandlung isolirten Blutgerinsels bei obliterirten Venen in amorphes und krystallinisches Pigment mikroskopisch sehr genau verfolgt und es lässt sich diesen morphologischen Untersuchungen kaum noch daran zweifeln, dass wenigstens das Melanin der pathologischen Producte aus dem Hämatin hervorgeht. Auch *Kölliker* [5]) ist zu der Ueberzeugung gelangt, dass in den von der Umhüllungsmembran eingeschlossenen Blutkörperchen das Hämatin den Stoff zur Bildung des schwarzen Pigments in den Körnchenzellen hergebe. Es bleibt daher dem Chemiker nur noch übrig, diesen Gegenstand zu durchforschen, um den vollgültigen wissenschaftlichen Beweis für diese Umwandlung zu liefern.

Nutzen. Dass der Nutzen des Pigments im Auge hauptsächlich darin bestehe, das Auge zu achromatisiren, ist jedem aus der Physik bekannt. Wozu es in den Gefässwänden der Amphibien diene, wissen wir nicht.

---

[1]) *Bruch*, Untersuchg. zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere. Zürich 1844 S. 42 ff. u. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 24 ff.

[2]) *Hasse* und *Kölliker*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 1—15.

[3]) *Pestalozzi*, Ueber Aneurismata spuria der kleinen Hirnarterien u. s. w. Würzb. 1849.

[4]) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. u. s. w. Bd. 1, S. 401.

[5]) *Kölliker*, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 1, S. 260—267.

Gallenfarbstoff.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Stoff gehört, wie so viele Farbstoffe, zu den chemisch noch sehr wenig erforschten Gegenständen; diess liegt theils daran, dass man sich denselben nur in sehr geringer Menge verschaffen kann, theils an seiner grossen Wandelbarkeit, indem er nicht nur im thierischen Organismus bereits unter verschiedenen Modificationen vorkommt, sondern auch bei der einfachsten chemischen Behandlung sich bereits umändert. Die gewöhnlichste Modification, welche auch die Ursubstanz der Gallenpigmente in den höhern Thieren zu sein scheint, ist das sog. *Gallenbraun, Cholepyrrhin (Berzelius) Biliphäin (Fz. Simon)*. Dasselbe bildet ein rothbraunes, nicht krystallinisches Pulver, ohne Geschmack und Geruch, löst sich nicht in Wasser und sehr wenig in Aether, besser in Alkohol, der sich dadurch gelb färbt, in Aetzkali aber leichter noch als in Aetzammoniak; die hellgelben alkalischen Lösungen werden an der Luft allmälig grünlichbraun. Diese Modification des Gallenpigmentes ist es, von der die bekannten Farbenveränderungen mancher gefärbter, thierischer Flüssigkeiten abhängen. Die gelbe Lösung dieses Pigments wird bei allmäligen Zusatz von *Salpetersäure* (besonders wenn diese etwas salpetrige Säure enthält, *Heintz* [1]) anfangs grün, dann blau (welches jedoch kaum bemerkbar ist, seines schnellen Uebergangs wegen in Violett) und roth; nach längerer Zeit geht die rothe Farbe wieder in eine gelbe über; dabei ist jedoch der Gallenfarbstoff völlig verändert. Durch *Salzsäure* wird derselbe aus der Kalilösung grün gefällt; dieser Niederschlag löst sich in Salpetersäure mit rother, in Alkalien mit grüner Farbe auf, und scheint dadurch vollkommen in die grüne Modification des Gallenpigments überzugehen. Der in frischer Galle enthaltene Farbstoff wird durch Säuren grün gefärbt; *Gmelin* fand, dass diese Färbung ohne Sauerstoffzutritt nicht statt finde; es ist daher höchst wahrscheinlich, dass die meisten jener Farbenveränderungen auf einer allmäligen Oxydation beruhen. Chlorgas wirkt auf dieses Pigment gleich der Salpetersäure, nur etwas schneller; grössre Mengen von Chlor bleichen den Farbstoff vollkommen und schlagen weisse Flocken nieder.

Dieses braune Pigment ist sehr geneigt, sich mit Basen zu verbin-

[1]) *Heintz*, Müller's Arch. 1846 S. 399 — 405.

den, und zwar nicht blos mit Alkalien, sondern auch mit Metalloxyden und alkalischen Erden; auch mit letztern bildet es unlösliche Verbindungen, weshalb man den Stoff selbst oft für unlöslich gehalten hat.

Das *Gallengrün*, *Biliverdin (Berzelius)* ist eine dunkelgrüne, amorphe Substanz, ohne Geruch und Geschmack, unlöslich in Wasser, in Alkohol wenig, in Aether mit rother Farbe löslich; Fette, Salzsäure und Schwefelsäure lösen es mit grüner, Essigsäure und Alkalien mit gelbrother Farbe auf. Beim Erhitzen wird dieser Körper ohne zu schmelzen und ohne merklich Ammoniak zu entwickeln unter Zurücklassung weniger Kohle zersetzt. *Berzelius* hält diesen Stoff für völlig identisch mit dem Chlorophyll der Blätter und glaubt auch alle 3 Modificationen des Chlorophylls in verschiedenen Gallen gefunden zu haben. Dieses grüne Pigment hat nicht mehr die Eigenschaft durch Salpetersäure Farbveränderungen zu erleiden; indessen findet man auch zuweilen grünliche Gallenpigmente, welche noch jene Eigenschaft besitzen. Meist schon nach der Behandlung mit Alkalien oder Säuren zeigt das Pigment der Galle andre Eigenschaften als der ursprüngliche Körper, theils wohl weil er mit diesen Stoffen selbst verschiedene Verbindungen eingeht, theils aber auch, weil er sich so leicht modificirt.

Aus diesem Grunde sind die Angaben über die Eigenschaften dieser Stoffe so verschieden; man vergleiche *Berzelius* [1]), *Scherer* [2]), *Hein* [3]), *Platner* [4]) und Andre.

Berzelius fand in der Galle auch einen in Alkohol löslichen, in kleinen rothgelben Krystallen anschiessenden Stoff, den er *Bilifulvin* nennt. Ich habe denselben nur in Lösung, aber nicht in fester Gestalt erhalten können; auffallender Weise fand ich ihn oft in der mit neutralem und basisch essigsaurem Bleioxyd ausgefällten Galle, so dass er also durch diese Metallsalze nicht gefällt oder vielmehr im Ueberschuss des basischen Salzes wieder aufgelöst zu werden scheint.

Zusammensetzung. Bei unsrer Unbekanntschaft mit dem reinen unveränderten Gallenfarbstoffe ist es nicht zu verwundern, dass seine elementare Zusammensetzung noch nicht bekannt ist. *Scherer* und *Hein* haben Gallenpigmente untersucht; allein es geht aus ihren Analysen hervor, dass sie sehr verschiedene Substanzen unter den Händen gehabt haben, und *Scherer* hat insbesondre gezeigt, dass das Gallenpigment durch Einwirkung von Luft, Alkalien und Säuren viel

[1]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 281—286.
[2]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 377.
[3]) *Hein*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 40, S. 47—56.
[4]) *Platner*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51, S. 115.

Kohlenstoff und Wasserstoff verliert. Man hat übrigens 7 bis 9% Stickstoff in dem Gallenpigmente gefunden.

Darstellung. Früher empfahl man gewöhnlich zur Darstellung des Gallenfarbstoffs, die aus solchem vorzugsweise bestehenden Gallenconcremente mit Wasser und Aether zu extrahiren; der Rückstand hat aber in der Regel nicht die oben angegebene Eigenschaft, sich in Alkohol zu lösen, da er mit Kalk in unlöslicher Verbindung ist (wie *Bramson* [1]) ganz richtig angegeben hat und jeder vorurtheilsfreie Beobachter sich leicht überzeugen kann), selbst in solchen Concrementen, die grösstentheils aus Cholesterin bestehen.

Die *Bramson*'sche Untersuchungsweise, die ich oft wiederholt habe, scheint mir gar keinen Zweifel an der Richtigkeit seiner Ansichten übrig zu lassen; übrigens stimmen damit auch die Gallensteinanalysen von *Schmid* [2]) und *Wackenroder* [3]) überein.

Berzelius stellt das Biliverdin aus der Rindsgalle dar, indem er den alkoholischen Auszug derselben mit Chlorbaryum fällt; der Niederschlag wird erst mit Alkohol, dann mit Wasser ausgewaschen und durch Salzsäure zerlegt, welche den Baryt auszieht; der Rückstand wird durch Aether von Fett befreit und dann in Alkohol gelöst.

Platner fällt den Gallenfarbstoff aus der Galle durch Digestion derselben mit Zinnoxydulhydrat; dieses bildet damit einen hellgrünen Niederschlag, der nach gehörigem Aussüssen mit Wasser mit schwefelsäurehaltigem Weingeist geschüttelt wird; aus der filtrirten grünen Lösung wird durch Wasser der Farbstoff in grünen Flocken gefällt.

Scherer schied aus gallenfarbstoffhaltigem Harn den Farbstoff durch Chlorbaryum aus, stellte ihn aber daraus auf 2 Wegen dar: entweder zerlegte er die Barytverbindung mit kohlensaurem Natron, und schlug aus der Natronlösung das Pigment durch Salzsäure nieder, wo es dann durch Auflösen mit ätherhaltigem Alkohol, Auswaschen mit Wasser u. s. w. gereinigt wurde, oder die Barytverbindung ward mit salzsäurehaltigem Alkohol extrahirt, die Lösung verdunstet, mit Wasser extrahirt und dann wie oben behandelt.

Prüfung. Ist die Gegenwart von Gallenfarbstoff in einer Flüssigkeit nicht zu gering, so giebt Salpetersäure, namentlich wenn sie etwas salpetrige Säure enthält, das oben erwähnte sehr characteristische Farbenspiel. Bei kleinen Mengen von Farbstoff giebt jedoch die

[1]) *Bramson*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 193—208.
[2]) *Schmid*, Arch. der Pharm. Bd. 41, S. 291—293.
[3]) *Wackenroder*, ebendas. S. 294—296.

Salpetersäure oft keine recht deutliche Reaction, so wie auch dann, wenn das Pigment schon zum Theil modificirt ist. *Schwertfeger*[1]) empfiehlt in solchen Fällen die Flüssigkeit mit basisch essigsaurem Bleioxyd zu fällen, und den Niederschlag mit schwefelsäurehaltigem Alkohol zu extrahiren; dieser färbt sich bei Gegenwart des Pigments grün. *Heller*[2]) räth der zu untersuchenden Flüssigkeit lösliches Eiweiss zuzusetzen, sobald sie nicht schon solches enthält, und dann durch überschüssige Salpetersäure zu präcipitiren; das coagulirte Eiweiss ist dann durch das Pigment bläulich oder grünlich blau gefärbt. Nach *Heller* bildet sich auf vorsichtigen Zusatz von Ammoniak zu Harn, der bereits umgewandeltes Gallenpigment enthält, wenn man nicht umschüttelt, auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine rothe Scheibe.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Gallenfarbstoff findet sich in frischer Galle gewöhnlich aufgelöst vor, doch oft auch nur aufgeschlemmt; fast immer bildet er die Kerne zu Gallensteinen; zuweilen findet man auch ästige, knotige Concremente in der Gallenblase und den Gallengängen, die fast nur aus Gallenfarbstoff bestehen. Diesen Gallenfarbstoff hat man nicht blos in der Galle des Menschen und der Rinder gefunden, sondern auch in der andrer fleisch- und pflanzenfressender Thiere, jedoch in den verschiedensten Modificationen, wie schon die verschiedene Färbung der Galle nicht nur verschiedener Genera, sondern selbst verschiedener Individuen derselben Species lehrt; so ist die Hundegalle gelbbraun, die Rindsgalle bräunlich grün, die Galle der Vögel, Fische und Amphibien meist smaragdgrün.

In den *Darmcontentis* wird der Gallenfarbstoff sehr bald verändert, so dass er nicht mehr die gewöhnliche Reaction mit Salpetersäure giebt; er scheint hier sehr bald dieselbe Umwandlung zu erleiden, die wir künstlich durch Salpetersäure hervorrufen. In dieser Modification findet er sich auch in den *festen Excrementen*, wenn nicht durch Diarrhöen unverändertes Pigment in dieselben übergeführt wird. Nur selten sind die Excremente von der grünen Modification des Gallenpigments grün gefärbt; häufiger hängt die grünliche Färbung der Excremente von beigemengtem theilweise zersetztem Blut ab. Ganz fehlt das Gallenpigment in den Excrementen nur in den seltnern Fällen von Icterus,

[1]) *Schwertfeger*, Jahrb. f. prakt. Pharm. Bd. 9, S 375.
[2]) *Heller*, Arch. f. phys. u. pathol. Ch. Bd. 2, S. 95.

die mit vollkommener Verhinderung der Gallenausscheidung verbunden sind.

Im Blute und in serösen Flüssigkeiten findet man Gallenpigment bei allen Arten von *Icterus;* indessen fehlt dasselbe zuweilen oder ist nicht nachweisbar bei *Entzündungen*, während Cholsäure oder ihre gepaarten Säuren in solchem Blute nachzuweisen sind; häufiger ist jedoch der umgekehrte Fall d. h. es wird Gallenpigment im Blute, aber keine Cholsäure gefunden, jedoch hierüber mehr im zweiten Theile.

In Krankheiten lagert sich der Gallenfarbstoff insbesondere auch in den Flüssigkeiten des Zellgewebes ab, in der wässrigen Feuchtigkeit, dem Glaskörper, der Krystalllinse und vorzüglich in der Sklerotica; ja man hat Fälle, wo selbst Speichel und Schweiss gelb gefärbt waren; zuweilen kann der Organismus bei dieser Blutverunreinigung so lange bestehen, dass jenes Pigment selbst die Knorpel, Bänder und Knochen [1]) durchdringt, ja sogar in den Nerven wahrnehmbar wird.

Scherer [2]) entdeckte im Harne gesunder Individuen besonders in der heissen Jahreszeit oft deutliche Spuren von Gallenfarbstoff. Bei Störungen der Leberfunction stellt sich derselbe sehr häufig im Harn ein und giebt sich gewöhnlich durch eine braunrothe oder zimmtbraune, dunkle Färbung zu erkennen, die zuweilen beim Stehen des Harns, wenn derselbe sauer wird *(Scherer)*, in eine dunkelgrüne Farbe übergeht. Allein auch hier fehlt er zuweilen, während andre Gallenstoffe darin enthalten sind. Indessen vermisst man zuweilen ebensowohl das Gallenpigment als die Cholsäure, selbst bei vollkommener Unterdrückung der Lebersecretion, z. B. bei eigentlicher granulirter Leber, wo der Harn sich oft gerade durch ein intensiv scharlachrothes Sediment auszeichnet, neben welchem keine Spur von Gallenpigment oder Gallensäure aufzufinden ist.

Ursprung. Da man leider noch nicht einmal im Stande gewesen ist, für die Zusammensetzung des Gallenpigments eine empirische Formel zu finden, so lässt sich über die Genesis dieses Körpers vom chemischen Standpunkte aus durchaus nicht rechten. Man hat indessen schon längst die Meinung geäussert, das Gallenpigment möge aus dem Hämatin hervorgehen, hat sich aber freilich dabei nur auf die grünlichen Farbennüancen berufen, welche ausgetretenes Blut, z. B. nach Contusionen unter der Haut, in den Sputis von Pneumonikern und zuweilen

---

[1]) *Kerkring*, spicil. anat. obs. 57, p. 118.

[2]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 180—195.

in typhösen Stuhlgängen anzunehmen pflegt. So nahe in der That dieser Gedanke liegt, wenn wir namentlich die Blutkörperchen des Pfortaderblutes untersuchen und in ihnen den farbigen Inhalt wesentlich verändert finden, so fehlt es doch an genügenden physiologischen Thatsachen, durch die jene Ansicht einigermassen unterstützt würde. Der scharfsinnige *Virchow*[1]) hat aber auch in Bezug auf dieses Pigment durch physiologische Untersuchungen den Weg angedeutet, den der Chemiker einschlagen muss, um die Frage zur Entscheidung zu bringen. Derselbe hat nämlich zuerst auf rothe Krystalle aufmerksam gemacht, die sich innerhalb des thierischen Organismus evidenter Weise aus stagnirender Galle absetzen, in ihren Reactionen aber zwischen Hämatoïdin und Gallenfarbstoff mitten inne stehen; er hält sie daher für eine Uebergangsstufe des einen Pigmentes in das andre.

Nutzen. Ob das Gallenpigment der Verdauung diene und welchen Nutzen es im Darmkanale überhaupt bringe, diese Fragen müssen wir vorläufig ganz dahingestellt sein lassen. Da das Pigment im Darmkanale eine so deutliche Umwandlung erleidet, so sollte man teleologisch genommen schliessen, dass es einen besondern Zweck zu erfüllen bestimmt sei.

Solche Krystalle, die möglicher Weise mit dem von *Berzelius* auch in bereits veränderter Galle (Fel tauri inspissatum) gefundenen Bilifulvin identisch sind, findet man auf der Wand von Echinococcussäcken, welche in Folge von Rupturen und theilweiser Resorption der Wandungen mit Gallengängen communiciren.

Was die Bildungsstätte des Gallenpigments betrifft, so wird es schon aus den uns hier vorliegenden Thatsachen wahrscheinlich, dass dieselbe schwerlich in der Leber selbst zu suchen ist. Wir werden aber diese Frage erst dort zur Entscheidung bringen (im zweiten Theile dieses Werks), wo von der Genesis der Galle im Allgemeinen die Rede sein wird.

Harnfarbstoff.

Dieser Körper gehört in chemischer wie in physiologischer Hinsicht zu den unerquicklichsten Gegenständen der ganzen physiologischen Chemie. Angefangen wurden oft schon Untersuchungen über diesen Gegenstand, allein die unendlichen Schwierigkeiten, welche sich solchen Untersuchungen entgegenstellen, haben die meisten Experimentatoren bestimmt, sich ein ergiebigeres Feld ihrer Mühen und Arbeiten zu

[1]) *Virchow*, a. a. O. S. 427—431.

suchen. Leider fallen dem Arzte am Krankenbette oft die grellsten Farbenveränderungen in die Augen, und doch kann der Chemiker keinen Aufschluss über den chemischen Zusammenhang solcher Erscheinungen geben.

Hier die Gründe, auf denen die Schwierigkeit der Untersuchung dieses Stoffes beruht: Die Menge dieses Stoffes im Harn ist äusserst gering; dieses Pigment hat, wie viele andre, sehr viel Körper, d. h. eine sehr kleine Menge desselben ist im Stande, eine ausserordentlich grosse Menge andrer Stoffe zu färben.

Schon beim vorsichtigsten Abdampfen des Harns fängt dieser Stoff an sich zu zersetzen; man vergleiche nur, um sich hiervon zu überzeugen, durch Abdampfen concentrirten Harn mit solchem, dem man durch Gefrierenlassen einen grossen Theil des Wassers entzogen hat.

Selbst an der Luft oder unter der Luftpumpe beginnt die Zersetzung dieses Stoffes.

Gleich vielen Farbstoffen hängt er andern Substanzen hartnäckig an und theilt deren Löslichkeit und Unlöslichkeit.

Neben dem Farbstoffe finden sich im Harn noch Substanzen, die mit ihm gleiche Löslichkeit und Unlöslichkeit haben, nicht krystallisirbar und nicht flüchtig sind, und weder mit andern Körpern in bestimmten Verhältnissen verbunden noch durch deren verschiedene Löslichkeit oder Unlöslichkeit von den ähnlichen Substanzen getrennt werden können.

Der Farbstoff kommt im Harn selbst in verschiedenen Modificationen vor; daher die verschiedenen Färbungen krankhaften Harns und seiner Sedimente.

Endlich wird der Harnfarbstoff auch sehr leicht durch chemische Reagentien, namentlich Säuren und Alkalien, umgewandelt.

Scherer's Untersuchungen[1]) über diesen Gegenstand beweisen insbesondere, dass dieser Stoff in steter Umwandlung begriffen ist, dass er sich durch neutrales und basisches essigsaures Bleioxyd in zwei Materien zerlegen lässt, die sich namentlich durch verschiedenen Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff unterscheiden, und dass diese Stoffe im gesunden Zustande ärmer an diesen beiden Elementen gefunden werden, als in krankhaften Zuständen, wo die Lungen- oder Hautausdünstung oder die Ausscheidung durch die Leber gehemmt ist. Der kohlenstoffreichste Theil jenes Farbstoffs bildet, wie *Scherer* und *Heller*[2]) gefunden haben, ein dunkelblaues Pulver, welches getrocknet einen dem Indigo ähnlichen Kupferglanz besitzt und sich in Alkohol mit prächtig purpurblauer Farbe auflöst. Besonders häufig kommt letzteres im Bright'schen Harn vor. *Heller* unterscheidet drei solcher Farbstoffe: *Uroxanthin*, *Uroglaucin* und *Urrhodin*.

[1]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 180—195.

[2]) *Heller*, Arch. f. physiol. Ch. u. Mikrosk. 1845, S. 161—173.

Es ist eine gewöhnliche Erfahrung in der Wissenschaft im Allgemeinen und in der Chemie insbesondre, dass über die dunkleren und noch wenig erforschten Theile derselben gerade am umständlichsten und am ausführlichsten verhandelt zu werden pflegt, und dass man das mangelhafte Wissen durch Aufzählen zusammenhangsloser oder ungenau beobachteter Thatsachen und durch weitläuftigere Deductionen zu ergänzen sich bemüht. Wir ziehen es jedoch vor, auch hierin lieber offen unsre Unwissenheit zu bekennen, und verschonen den Leser mit Anführung der Einzelnheiten, die uns noch kein treffendes Bild von dem bezüglichen Gegenstande geben können. Die Chemiker zählen die Harnpigmente zur Zeit noch zu den sog. Extractivstoffen, und geben sich somit im Betreff dieser Substanzen ein aufrichtiges testimonium ignorantiae.

Wer durch eigne Versuche diesen dunkeln Gegenstand aufzuklären wünschte, wird nicht ohne Nutzen die ältern Arbeiten von *Prout, Berzelius* und *Duvernoy* und die neuern von *Heller* und *Scherer* nachlesen.

Extractivstoffe.

Durch die oben gemachten Bemerkungen über die Farbstoffe oder Extractivstoffe des Harns werden wir auf die Extractivstoffe im Allgemeinen und die des Blutes insbesondre geleitet. Der Chemiker nennt Extractivstoffe solche Körper, welche, mögen sie erst durch die chemische Procedur gebildet oder präformirt in einem thierischen Safte enthalten sein, wenig distinguirende Eigenschaften zeigen (d. h. nicht krystallisirbar sind, mit andern Stoffen keine krystallisirbaren und stöchiometrisch constituirten Verbindungen eingehen, nicht bei einem bestimmten Temperaturgrade flüchtig sind u. s. w.) und deshalb nicht von einander getrennt d. h. rein dargestellt werden können. Die neuere Zeit hat zwar auch darin einen Fortschritt gethan, dass sie einerseits die Bildung solcher Körper möglichst zu vermeiden gelehrt hat, andrerseits aber einige derselben getrennt und einer genauern chemischen Untersuchung zugänglich gemacht hat. Wir erwähnen hier nur, dass Stoffe, wie das Natronalbuminat, das Mulder'sche Proteïndeutoxyd und Tritoxyd, das Kreatin, die inosinsauren Salze u. dergl. m. zu den Extractivstoffen gerechnet worden sind; ja da viele bekanntere Stoffe, z. B. harnsaures Natron, hippursaures Natron und andre durch jene

Stoffe an ihrer Krystallisirbarkeit verhindert und von den Extractivstoffen gleichsam verhüllt und mit eingeschlossen werden, so hat man selbst diese mit als Extractivstoffe betrachtet und bei den Analysen berechnet. Erwägen wir aber, dass gerade die im Blute kreisenden Stoffe aus physiologischen Gründen fast in immerwährender Umwandlung begriffen sind, so ist leicht einzusehen, wie schwer es dem Chemiker werden muss, solche Materien auf einem gewissen Stadium ihrer Umwandlung zu erhaschen, zumal da sie nur in geringen Mengen das Blut durcheilen, um entweder in irgend einem Gewebe abgelagert oder durch die Excretionsorgane an die Aussenwelt abgegeben zu werden.

Die Extractivstoffe müssen deshalb wohl auch als wichtige Factoren des thierischen Stoffwechsels betrachtet werden. Nach *Berzelius'* Vorgange sah man diese Körper meist als Producte der Gewebsmetamorphose an, die, in Folge der Function der Gewebe zu weitern Zwecken untauglich geworden, im Blute zu den bekanntern excrementiciellen Stoffen verarbeitet würden. Indem man aber diesen Stoffen eine rein excrementicielle Natur zuschrieb, fasste man wohl ihren Werth etwas zu einseitig auf. Denn namentlich im Blute treffen ebensowohl die Elemente zur Bildung der Gewebe als die Producte ihrer Umsetzung zusammen; es ist daher nicht nur möglich, sondern wahrscheinlich, dass man zu den Extractivstoffen nicht blos die Producte der Rückbildung, sondern auch noch plastische, nützliche Stoffe gerechnet hat; lässt sich doch überhaupt, wie wir bereits oben (S. 29) bemerkt, der Begriff von progressiver und regressiver Stoffmetamorphose keineswegs consequent durchführen. Das Natronalbuminat, das Fibrin selbst, die *Mulder*'schen Proteïnoxyde sind sicher nicht als excrementicielle Stoffe zu betrachten, sondern bilden wahrscheinlich die Uebergänge von den eiweissartigen zu den leimgebenden Substanzen.

Erwägt man aber, dass im Blute auch die Umwandlungsstufen oder Uebergangsglieder der stickstofflosen Körper, wie der Fette und Kohlenhydrate, die Zahl der Extractivstoffe vermehren, so kann es nur Wunder nehmen, dass ihre Summe im Blute nicht grösser ist, als sie gewöhnlich gefunden wird. Gerade dies beweist aber, dass von allen jenen Stoffen, die nothwendiger Weise im Blute sich begegnen müssen, nur sehr wenig auf einmal vorkommen können, und dass dadurch die Schwierigkeit der Untersuchung unendlich gesteigert wird. Die Gründe also, warum wir leider noch immer von Extractivstoffen sprechen müssen, sind vollkommen klar; gerechtermassen müssen wir aber er-

staunen, dass man es bei einem solchen Stande der Dinge gewagt hat, von verschiedenen Krasen des Bluts zu sprechen und damit eine vermeintlich exacte Humoralpathologie zu begründen.

Stickstoffhaltige, histogenetische Stoffe.

Die in diese Classe gehörigen Stoffe bieten gleich den Fetten und Kohlenhydraten in ihrer Zusammensetzung und selbst in ihren wesentlichsten Eigenschaften so grosse Aehnlichkeiten dar, dass der Chemiker auch ohne Kenntniss ihres Vorkommens im Thierkörper und ihres grossen physiologischen Werthes dieselben in eine Gruppe gestellt haben würde, wie man aus folgenden allen diesen Stoffen angehörigen Eigenschaften ersehen wird:

Im getrockneten Zustande sind sie sämmtlich fest, pulverförmig, oder sie bilden leimartige, spröde, durchscheinende Lamellen; im feuchten Zustande sind sie bald durchscheinend gelblich, bald undurchsichtig weiss, bald fest und elastisch, bald weich, zäh und klebrig, bald gallertartig und schlüpfrig. Kein einziger dieser Stoffe ist krystallisationsfähig; sie sind ohne Geschmack und Geruch, wenn solcher nicht durch beigemengte Substanzen bedingt ist; in Wasser ist die grosse Mehrzahl derselben unlöslich, und die wenigen, die in Wasser löslich sind, können leicht in eine darin unlösliche Modification verwandelt werden; obgleich vom Wasser ihre physischen Eigenschaften wesentlich bedingt und modificirt werden, obgleich sie getrocknet ausserordentlich schnell Wasser aus der Luft condensiren (also äusserst hygroskopisch sind), so sind sie doch wenig geneigt, mit Wasser entschiedene Hydrate d. h. chemische Verbindungen zu bilden; in Alkohol, Aether und indifferenten Menstruis sind sie unlöslich; kein einziger dieser Stoffe ist flüchtig; beim Erhitzen schmelzen zwar viele derselben, aber stets erst, nachdem ihre Zersetzung bereits begonnen hat; bei höherer Temperatur entwickeln sie nach Abgabe von Wasser neben Ammoniak eine grosse Anzahl stickstoffhaltiger und stickstofffreier, basischer und neutraler Producte; dabei entwickelt sich ein widriger Geruch, den man gewöhnlich mit dem verbrannten Horns vergleicht.

Von *Essigsäure* und andern organischen Säuren so wie von gewöhnlicher Phosphorsäure werden sehr viele der hieher gehörigen

Substanzen unverändert aufgelöst, und zum Theil auch durch andre Mineralsäuren, wenn diese in hohen Graden von Verdünnung angewendet werden. Von *concentrirten Mineralsäuren* werden sie dagegen fast sämmtlich zersetzt: in *Schwefelsäure* quellen viele derselben gallertartig auf, ebenso in *Salzsäure;* es bilden sich bei längerer Digestion neben Ammoniaksalzen braune, humusartige Substanzen, welche hauptsächlich Leucin und Tyrosin (vergl. S. 147 u. 148) und eine krystallisirbare, übelriechende flüchtige Substanz, die noch nicht genauer untersucht ist, enthalten. Von concentrirter *Salpetersäure* werden sie alle, namentlich beim Erwärmen, mehr oder weniger intensiv gelb gefärbt.

Schon durch anhaltendes *Kochen mit Wasser* werden sie sämmtlich metamorphosirt; ja man hat sie sogar nach den Veränderungen, die sie beim Erhitzen mit Wasser erleiden, eingetheilt in *eiweissartige* und *leimgebende*.

Am genauesten sind jüngst von *Schlieper* [1]) und *Guckelberger* [2]) die Veränderungen studirt worden, welche die fraglichen Stoffe bei der Einwirkung *oxydirender Substanzen*, z. B. Chromsäure oder Braunstein und Schwefelsäure erleiden; merkwürdiger Weise gehören die stickstofffreien Producte dieses Oxydationsprocesses sämmlich der Buttersäuregruppe an, und zwar von der Ameisensäure an bis zur Capronsäure und deren Aldehyden; ausser diesen bildet sich noch Benzoësäure und Benzoylwasserstoff; neben Ammoniak und Blausäure entstehen dabei aber nur wenig stickstoffhaltige Producte, nämlich die Nitrile einiger Säuren der Buttersäuregruppe.

Von *ätzenden fixen Alkalien* werden die wenigsten jener Substanzen so aufgelöst, dass sie durch Säuren wieder unverändert ausgefällt werden könnten; die meisten erfordern zu ihrer Lösung eine concentrirtere Lauge und dazu anhaltende Anwendung von Wärme; sie werden dadurch vollständig zersetzt. Da die meisten der hieher gehörigen Substanzen neben den gewöhnlichen Elementen organischer Körper noch Schwefel enthalten, so ist der nächste Erfolg der Einwirkung erwärmter verdünnter alkalischer Laugen der, dass ihnen der Schwefel unter Bildung von Schwefellebern und unterschwefligsauren Alkalien entzogen wird; Ammoniakentwicklung findet hierbei immer statt; weit bedeutender wird dieselbe aber bei Anwendung concentrirterer alkalischer Laugen; neben dem Ammoniak verflüchtigt sich noch Kohlen-

[1]) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 1—32.

[2]) *Guckelberger*, ebendas. Bd. 64, S. 39—100.

säure und Ameisensäure, in dem Decocte aber entstehen neue Körper, saure, stickstoffhaltige basische und indifferente, z. B. Leucin, Glycin, Protid u. s. w. Werden endlich diese Stoffe mit Alkalien gemengt und gelind geschmolzen, so bildet sich neben den gewöhnlichen Producten der trocknen Destillation stickstoffhaltiger Körper sehr viel Cyankalium, Leucin, Tyrosin u. s. w.

Besonders hervorzuheben ist die Fähigkeit dieser Substanzen, ohne sichtliche oder erkennbare Mitwirkung anderer Materien lediglich durch den Einfluss atmosphärischer Agentien im feuchten Zustande der *Fäulniss* zu unterliegen. Während erwiesen ist, dass andre organische und zwar sehr leicht zersetzbare Substanzen, z. B. Harnstoff, selbst unter den günstigsten Bedingungen durch die Atmosphäre keine Zersetzung erleiden, sobald sie chemisch rein sind: wird der Zusammenhang der Elementarmolecüle dieser Substanzen durch die gewöhnlichsten atmosphärischen Einflüsse so leicht erschüttert, dass sie namentlich bei Gegenwart von Wasser und bei mittlerer Temperatur schon nach wenigen Stunden oder Tagen sich zu zersetzen anfangen. Die Dauer ihres Widerstandes gegen jene Einflüsse, d. h. der Anfang ihrer Zersetzung hängt sehr von dem Cohäsionszustande ab, in welchem ihre Molecüle sich befinden. Die in den thierischen Geweben zu dichteren, unlöslicheren Massen abgelagerten Stoffe gehen weit langsamer in Fäulniss über, als die fein vertheilten oder in Wasser gelösten. Sehnensubstanz geht später in Fäulniss über als Zellgewebe und geronnenes Eiweiss, und letzteres später als lösliches Eiweiss. Die Fäulnissproducte dieser Substanzen sind noch nicht ausreichend untersucht; indessen treten folgende Stoffe unter den Producten immer mit auf: kohlensaures, buttersaures und baldriansaures Ammoniak, Schwefelammonium, Leucin und Tyrosin.

Bemerkenswerth ist noch, dass alle histogenetischen Stoffe *stets von Fetten, Alkalien und Kalksalzen begleitet* vorkommen, von denen sie entweder nur schwierig oder gar nicht ohne Zersetzung getrennt werden können. Bei den meisten derselben ist es nicht unwahrscheinlich, dass ein Theil jener Beimengungen chemisch mit ihnen verbunden ist. Obgleich solcher chemischer Verbindungen, z. B. von Caseïn und phosphorsaurem Kalk, nur wenige wirklich nachgewiesen wurden: so sind doch viele Chemiker nicht abgeneigt, einen Theil jener adhärirenden Stoffe als chemisch gebunden zu betrachten, da die gewöhnlichsten indifferentern Lösungsmittel sie zu trennen nicht im Stande sind, und die kräftigern Agentien zersetzend oder wenigstens umwandelnd

auf die Hauptsubstanz einwirken; dies gilt z. B. hauptsächlich von den diese Stoffe begleitenden Mineralsubstanzen. Rücksichtlich der letztern hat namentlich durch Rose's Untersuchungen [1]) in neuerer Zeit die Ansicht mehr Raum gewonnen, dass sie zum Theil wenigstens in nicht oxydirtem Zustande mit den stickstoffhaltigen Körpern verbunden sind, wie man dies nach *Mulder* vom Schwefel und zum Theil auch vom Phosphor dieser Substanzen schon längst angenommen hat; *Rose* hat sehr beherzigenswerthe Gründe dafür beigebracht, dass auch ein Theil der Alkalien und alkalischen Erden metallisch in jenen Stoffen enthalten und zwar zunächst mit phosphor- oder schwefelhaltigen Radicalen verbunden sei (wir werden unter den „Mineralsubstanzen des Thierkörpers" auf diesen Gegenstand zurückkommen.)

Man kann schon aus den angeführten Eigenschaften dieser Stoffe leicht entnehmen, dass sie *in chemisch reinem Zustande nur äusserst schwierig oder gar nicht dargestellt* werden können. Ihr Mangel an Krystallisirbarkeit, ihre Unfähigkeit, sich unzersetzt zu verflüchtigen, entzieht uns schon zwei der wichtigsten Mittel, sie von andern Substanzen leicht zu isoliren. Ihre leichte Zersetzbarkeit hat uns aber bisher verhindert, darüber in's Klare zu kommen, welche von den oben erwähnten Mineralstoffen mit ihnen chemisch verbunden oder nur beigemengt sind. Besonders gilt dies von den löslichen Stoffen dieser Classe, wie Eiweiss, Caseïn u. s. w.; in der löslichen Form ist noch keiner derselben chemisch rein dargestellt worden. Rücksichtlich der unlöslichen in den Geweben abgelagerten Stoffe sind wir in noch grössern Zweifeln; denn können wir auch aus diesen alle Mineralsubstanzen ausziehen (was nur selten gelingt), so haben wir doch keine Garantie dafür, dass in der rückständigen Gewebsmasse nur eine einfache organische Substanz abgelagert sei; es wird vielmehr durch mikroskopische und mikroskopisch-chemische Untersuchungen wahrscheinlich, dass in sehr vielen thierischen Geweben mehrere chemische Substanzen neben einander mechanisch abgelagert sind, wie im Granit Quarz, Glimmer und Feldspath und im Pflanzenzellgewebe die Cellulose und der incrustirende Stoff. Es ist nämlich oft unmöglich zu entscheiden, ob nach Behandlung thierischer Gewebe mit kräftigern Lösungsmitteln das Gelöste mit dem Ungelösten ursprünglich nur gemengt war, oder ob es als Zersetzungsproduct eines Körpers von complicirterer Zusammensetzung zu betrachten ist.

---

[1]) *H. Rose*, Ber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Decbr. 1848. S. 455–462.

Noch würde vielleicht die Darstellung dieser Substanzen in chemisch reinem Zustande und eine genauere Kenntniss ihrer chemischen Constitution zu erzielen sein, wenn sie sich nur mit andern Stoffen in bestimmten Proportionen und wo möglich zu einer einzigen neutralen Verbindung vereinigen liessen: allein leider ist diess nur bei den wenigsten der Fall. Viele gehen zwar mit Alkalien, mit den Oxyden schwerer Metalle, ja selbst mit Säuren offenbar chemische Verbindungen ein, allein trotz dem bleiben diesen Verbindungen andre Körper und andre Verbindungen beigemengt, welche verhindern, dass durch die Analyse ein bestimmtes Verhältniss zwischen dem einen und dem andern Stoffe ausfindig gemacht werden kann. Sehen wir auch ab von den beigemengten Alkali- und Erdsalzen, so lässt sich doch z. B. aus den Verbindungen solcher Thierstoffe mit Bleioxyd kein bestimmter Schluss ziehen; denn gerade das Bleioxyd (welches nebst Silberoxyd andern Metalloxyden vorgezogen wird, da es fast nur wasserfreie oder leicht zu entwässernde Verbindungen mit organischen Materien eingeht) pflegt sich in mehr als einer Proportion mit jenen zu verbinden; diese Verbindungen bestehen dann gleichzeitig neben einander und können nicht von einander getrennt werden; man findet bei der Analyse bald mehr bald weniger Bleioxyd, je nachdem der neutralen Verbinbindung mehr oder weniger von einer basischen beigemengt ist. Hiernach dürfte es wohl begreiflich werden, weshalb es den Chemikern noch bei so wenigen von diesen Thierstoffen gelungen ist, die Sättigungscapacität und das Atomgewicht mit einiger Sicherheit zu bestimmen.

Was die *Eintheilung* der Körper dieser Classe betrifft, so sind wir gezwungen, hier wiederum einem physiologischen Eintheilungsprincipe zu folgen; diess dürfte aber um so weniger unpassend erscheinen, als uns die Chemie für jetzt noch fast gänzlich im Stiche lässt. Bei der mangelhaften Kenntniss, die wir über die chemischen Qualitäten der Stoffe dieser Classe besitzen, lässt sich ein rein chemisches Moment für ihre Gruppirung nicht geltend machen. Die Physiologie kommt uns aber hier insofern zu Hülfe, als sie uns andeutet, welche dieser Stoffe als die ursprünglichen, als die protogenen im Thierkörper zu betrachten sind, und welche erst durch animalisch-chemische Processe aus jenen entsprossen, als jener Abkömmlinge, anzusehen sind. Die Protogenen oder Aborigenes jener Stoffe, wie sie sich z. B. im Ei schon theilweise finden, sind einander so ausserordentlich ähnlich, dass die Chemiker nur sehr geringe, schwankende und oft nur relative Unterschiede zwischen ihnen finden konnten. Es war daher nichts natür-

licher, als dass man in diesen bis dahin *eiweissartige* genannten Körpern ein gemeinschaftliches Radical, einen gemeinsamen Grundstoff muthmasste *Mulder* glaubte diesen gefunden zu haben und nannte ihn seiner hohen Bedeutung wegen *Proteïn*; die natürlich vorkommenden eiweissartigen Stoffe sah er als Combinationen dieses Proteïns mit Schwefel und Phosphor oder blos mit Schwefel an und nannte sie daher *Proteïnverbindungen*. Obgleich die *Mulder*'sche Ansicht vom Proteïn und seinen Verbindungen in neuerer Zeit sehr in Zweifel gestellt worden ist, so behalten wir sie doch des bessern Verständnisses und der leichtern Uebersicht halber bei. Wir ziehen daher in der ersten Gruppe der histogenetischen Stoffe die Proteïnverbindungen oder eiweissartigen Stoffe in nähere Betrachtung. Da nun aber die physiologische Chemie mit höchster Wahrscheinlichkeit erwiesen hat, dass alle andern stickstoffhaltigen Thiersubstanzen aus jenen Proteïnverbindungen hervorgehen, so fassen wir unter der zweiten Gruppe alle diejenigen allgemeiner im Thierkörper verbreiteten Stoffe zusammen, die als nähere oder entferntere Derivate der Proteïnverbindungen zu betrachten sind.

Proteïnverbindungen.

Die in diese Gruppe gehörigen Körper finden sich nicht blos im Thierreiche, sondern zum Theil auch im Pflanzenreiche; lange Zeit hindurch wurden sie nur für verschiedene isomere Modificationen einer und derselben Verbindung gehalten, während später *Mulder*, wie erwähnt, sie als Verbindungen eines und desselben Atomenaggregats mit Schwefel und Phosphor ansah. Die Schwierigkeit, diese Frage einigermassen zu entscheiden, ist leicht einzusehen, wenn wir die Eigenschaften dieser Stoffe vergleichen und die obige Bemerkung über die Bestimmung der Atomgewichte (S. 32) in Erwägung ziehen. Gewiss wird man sich eher darüber wundern, dass man überhaupt gewagt hat, schon eine Theorie ihrer Zusammensetzung aufzustellen, als darüber, dass man bis heute noch nichts Positives über ihre Zusammensetzung und ihr gegenseitiges Verhältniss erforscht hat. Es liegen uns über die Proteïnverbindungen die genauesten Analysen vor, und dennoch lässt sich kein entscheidendes Urtheil über ihre innere Constitution fällen. Die Genauigkeit der Analysen eines *Mulder* ist unzweifelhaft; allein diese Analysen können eben nicht genauer sein, als die Hülfsmittel der heutigen analytischen Chemie es gestatten, d. h. die empirischen Re-

sultate der Untersuchungen dieser Körper sind noch nicht der Art, dass mit wissenschaftlicher Sicherheit sich aus ihnen ein Schluss über ihre Zusammensetzung ziehen lässt; eine aus den jetzt vorliegenden Analysen abgeleitete Formel bleibt daher Hypothese und zwar um so mehr, als sich mit gleichem Rechte aus einer und derselben Analyse oft mehrere Formeln ableiten lassen. Bei der Wahl zwischen diesen Formeln halten wir die für die richtigste, durch welche wir am leichtesten orientirt werden; wir müssen uns aber dabei immer dessen bewusst sein, dass wir es nur mit einer Hypothese zu thun haben.

Aus diesem Gesichtspunkte ist es geschehen, dass wir in dem Folgenden der neuern *Mulder*'schen Hypothese gefolgt sind, wornach die eiweissartigen Stoffe als Verbindungen eines durchaus hypothetischen, isolirt nicht darstellbaren Stoffs mit verschiedenen Mengen von Sulphamid und Phosphamid betrachtet werden. Wir folgen dieser Hypothese nur insofern, als wir in Ermangelung einer bessern durch sie in diesem dunkeln Gebiete uns am besten zurechtfinden.

Die gemeinsamen Eigenschaften der Proteïnverbindungen sind folgende: die meisten derselben kommen in zwei Zuständen vor, einem löslichen und einem unlöslichen oder schwerlöslichen; im ersteren finden sie sich meistens natürlich in thierischen Säften, im letzteren werden sie vorzüglich durch Kochen erhalten. Die lösliche Modification bildet im trocknen Zustande eine schwachgelbliche, durchscheinende, zerreibliche Masse, ohne Geruch und ohne eigenthümlichen Geschmack, löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol und Aether; aus der wässrigen Lösung wird sie durch Alkohol präcipitirt und dadurch gewöhnlich unlöslich in Wasser; die wässrige Lösung pflegt schwach alkalisch oder schwach sauer zu reagiren, allein diese Reaction rührt weniger von der Substanz selbst als von beigemischtem Alkali oder Säure her. Die wässrige Lösung wird durch die meisten Metallsalze gefällt; im Niederschlage findet man neben der Proteïnverbindung meist Säure und Base des angewendeten Salzes. Durch Alkalien so wie durch die meisten vegetabilischen Säuren werden die meisten aus ihrer wässrigen Lösung nicht gefällt, wohl aber durch Mineralsäuren (ausser gewöhnlicher Phosphorsäure) und durch die Gerbsäuren.

In den unlöslichen Zustand werden sie übergeführt: die meisten durch Kochen, einige durch Essigsäure, fast alle durch Mineralsäuren; mit letztern bilden sie meist in reinem Wasser zwar lösliche, aber in säurehaltigem unlösliche Verbindungen, aus denen sie nach Sättigung der Säure mit einer Basis nicht in die lösliche Modification zurück-

geführt werden können. Auch die durch Salze gefällten Proteïnverbindungen sind dadurch meist in die unlösliche Modification übergegangen.

Die unlöslichen Proteïnverbindungen sind getrocknet weiss, pulverisirbar; frisch gefällt gewöhnlich schneeweiss, flockig oder klumpig oder zäh und leimartig, geruch- und geschmacklos, ohne Reaction auf Pflanzenfarben, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und allen indifferenten Menstruis; von *Alkalien* werden sie sämmtlich mehr oder weniger leicht aufgelöst und daraus durch blosse Neutralisation mit Säuren gefällt. Gegen verschiedene *Säuren* verhalten sie sich sehr verschieden; von concentrirter *Essigsäure* und andern organischen Säuren so wie von gewöhnlicher Phosphorsäure werden sie sämmtlich *aufgelöst* und daraus *durch gelbes sowohl als rothes Blutlaugensalz gefällt.* Mässig concentrirte Mineralsäuren lassen sie ungelöst, verbinden sich aber damit, und diese Verbindungen haben das Eigenthümliche, dass sie zwar in saurem Wasser unlöslich sind, sich aber in reinem Wasser auflösen, nachdem sie vorher gallertartig aufgequollen sind. In concentrirter Schwefelsäure schwellen sie zwar auch gallertartig an, allein sie werden dadurch gebräunt und zersetzt. Sehr charakteristisch ist ihr Verhalten gegen *concentrirte Salpetersäure* und Salzsäure; durch erstere Säure werden sie nämlich beim Erhitzen intensiv *citronengelb* gefärbt, von *concentrirter Salzsäure* dagegen bei gelinder Wärme und hinlänglichem Luftzutritt allmälig intensiv *blau* gefärbt und zum Theil zu einer blauen Flüssigkeit aufgelöst. Eine Flüssigkeit, die durch Auflösen von 1 Th. Quecksilber in 2 Th. einer 4½ Aeq. Wasser enthaltenden Salpetersäure gewonnen worden ist, bildet das empfindlichste Reagens auf Proteïnverbindungen (*Millon*[1]), mögen dieselben in einer Flüssigkeit aufgelöst oder in einem Gewebe nur eingestreut sein. Man erwärmt zu dem Zwecke die damit versetzte Flüssigkeit oder das damit angefeuchtete Gewebe auf 60° bis 100°, und erhält eine intensiv rothe Färbung, welche selbst nach längerer Zeit weder durch Kochen noch an der Luft verschwindet.

Bei der trocknen Destillation, bei der Fäulniss, bei der Zersetzung durch Oxydationsmittel verhalten sich die Proteïnverbindungen ganz so, wie wir diess eben (S. 330) von den histogenetischen Stoffen im Allgemeinen gezeigt haben; es entstehen die dort namhaft gemachten Zersetzungsproducte, nur in verschiedenen Mengenverhältnissen.

---

[1]) *Millon*, Compt. rend. T. 27. p. 42—44.

Alle Proteïnverbindungen enthalten *Schwefel;* derselbe ist in den natürlichen und gekochten Stoffen sehr leicht nachzuweisen, entweder durch Erhitzen derselben mit etwas Alkali auf Silberblech (durch den gelbbraunen Fleck von Schwefelsilber) oder dadurch, dass ihre alkalische Lösung, wenn sie einige Zeit gekocht worden ist, mit stärkern Säuren Schwefelwasserstoff entwickelt oder mit essigsaurem Bleioxyd Schwefelblei ausscheidet. Merkwürdig ist aber, dass die Proteïnverbindungen auch Schwefel in einem Zustande oder in einer Verbindung enthalten können, wo, wie *Mulder* fand, die genannten Prüfungsmittel keine Reaction auf Schwefel geben. Solche Körper waren es, die *Mulder* früher für Proteïn, d. h. für den schwefelfreien Bestandtheil der eiweissartigen Stoffe hielt. *Mulder* [1]) hat sich jetzt überzeugt, dass das vordem sogenannte Proteïn Schwefel enthält. Bei der Behandlung der eiweissartigen Stoffe mit verdünnter Kalilauge, wie sie zur Darstellung des vermeintlichen Proteins empfohlen wurde, verlieren dieselben die Eigenschaft, auf Anwendung jener Prüfungsmittel die Gegenwart von Schwefel anzuzeigen. *Mulder* sucht nun diese Erfahrung durch folgende Hypothese zu deuten: es sei nämlich in denjenigen Verbindungen, welche eine Schwefelreaction geben, der Schwefel an Amid gebunden, also *Sulphamid*, H_2 N S, enthalten; bei der Behandlung mit Kali würden 2 At. Sulphamid unter Aufnahme von 2 At. Wasser in Ammoniak, welches entweicht, zerlegt und in dithionige Säure (unterschweflige Säure), welche sich mit dem schwefelfreien Atomencomplexe zu jenen Verbindungen vereinige, die keine Schwefelreaction gegen Silberblech mehr geben. Thatsache ist es allerdings, dass alle jene Verbindungen bei der Digestion mit ätzenden, feuerbeständigen Alkalien Ammoniak entwickeln, und dass die, welche die Schwefelreaction geben, mehr Stickstoff enthalten, als jene, welche diese Reaction nicht geben: allein trotzdem bleibt die Annahme von Sulphamid in jenen Stoffen immer eine etwas gewagte Hypothese, erstens, weil jenes Sulphamid an und für sich noch gänzlich unbekannt ist und zwar ebensowohl im isolirten als im gebundenen Zustande; zweitens ist eine Verbindung von dithioniger Säure mit einer organischen, kaum basischen Substanz ebenso unerwartet als die Erfahrung, dass solche nicht durch stärkere Säuren aus ihrer Verbindung mit dem Proteïn ausgetrieben werden soll; und endlich geben dithionigsaure Salze, namentlich beim Erhitzen mit organischen Substanzen auf Sil-

[1]) *Mulder,* Chem. Untersuch. übers. v. Völcker. H. 2. S. 179—272.

berblech die deutlichste Schwefelreaction. Ebenso nimmt *Mulder* z. B. im Eiweiss den Phosphor als Phosphamid H_2 NP an; auch dieser Körper ist rein hypothetisch (das *Gerhard*'sche Phosphamid ist eine ganz andere Substanz, deren Amidnatur übrigens noch zu bezweifeln ist). Diess nur einige der Gründe, welche uns bestimmen, die *Mulder*'sche Ansicht einstweilen nur als eine wissenschaftliche Fiction gelten zu lassen. *Mulder* erhielt, indem er von der Zusammensetzung der eiweissartigen Stoffe, welche die Schwefelreaction geben, die Elemente des Sulphamids und von der jener, welche eine solche Reaction nicht zeigen, die Elemente der dithionigen Säure abzog, einen Complex von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, der bei allen jenen Verbindungen vollkommen gleiche Verhältnisse oder höchstens eine geringe Zunahme von Sauerstoff zeigte; dieser Complex enthält in 100 Th. = 54,7 Kohlenstoff, 6,8 Wasserstoff, 14,2 Stickstoff und 24,3 Sauerstoff. Für diesen Complex, der nach *Mulder* die wahre Zusammensetzung des vollständig schwefelfreien Proteins ausdrückt, berechnet er die Formel: C_{36} H_{25} N_4 O_{10} + 2 HO.

Der durch obige Reactionen nicht nachweisbare Schwefel kann nur auf trocknem Wege entdeckt und quantitativ bestimmt werden, d. h. man schmilzt die trockne organische Substanz mit einem Gemeng von salpetersauren und kohlensauren oder ätzenden Alkalien im Silbertiegel zusammen, bis die geschmolzene Masse vollkommen weiss geworden ist, und bestimmt aus der rückständigen Salzmasse die gebildete Schwefelsäure.

Albumin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Der *Eiweissstoff*, der Hauptrepräsentant der Proteïnverbindungen, zeichnet sich auch unter diesen Stoffen dadurch aus, dass er in sehr verschiedenen Modificationen vorkommt; diese Modificationen sind aber nicht etwa in einer verschiedenen Lagerung der Atome dieses Stoffes, d. h. in einer Polymerie oder Metamerie zu suchen, sondern hängen nur von den beigemengten Stoffen, namentlich von Alkalien und Salzen ab; daher ist nicht nur das Eiweiss des Blutes von dem der Hühnereier und dieses von dem der Taubeneier in mancher Hinsicht verschieden, sondern selbst das Eiweiss des Blutes verschiedener Individuen, ja selbst das Eiweiss verschiedener eiweisshaltiger Flüssigkeiten eines und desselben Individuums zeigt nicht ganz gleiche Reactionen. Diess ist einer der Gründe, warum unsre Litera-

tur so reich ist an verschiedenen oft sich widersprechenden Angaben über einzelne Eigenschaften des Eiweissstoffs. Man hätte daher wohl nicht aus beliebigen Quellen das Eiweiss zu Anstellung qualitativ chemischer Versuche benutzen sollen, sondern damit beginnen, vorher ein chemisch möglichst reines Albumin darzustellen und dann zu prüfen, welche Modificationen seine Eigenschaften und Reactionen durch Beimengung verschiedener Stoffe in verschiedenen Verhältnissen erleiden; denn nicht nur ein Körper an sich bedingt in dem Eiweiss oft auffallende Verschiedenheiten, sondern sogar die verschiedene Proportion, in welcher er jenem beigemengt ist. Von diesem Gesichtspunkte aus haben zuerst *Scherer*[1]) und ich[2]) die Eigenschaften des Eiweissstoffs geprüft: allein leider sind dadurch immer nur einzelne Punkte aufgeklärt oder hervorgehoben, aber noch kein vollkommnes, wissenschaftlich befriedigendes Resultat erlangt worden; trotzdem hat man neuerdings immer wieder angefangen, auf gut Glück hin mit verschieden gemengtem Eiweiss zu experimentiren. Wir werden daher hier nur die wichtigsten und allgemeinsten, den Eiweissstoff betreffenden Verhältnisse hervorheben, um nicht durch ein Eingehen in die kleinsten Einzelnheiten den Ueberblick über das Ganze zu sehr zu trüben. Wenn aber schon geringe Beimengungen die Eigenschaften des Albumins modificiren können, um wie viel mehr werden diess nicht chemische Veränderungen (in der Zusammensetzung oder Zusammenlegung der Atome) thun, wenn diese auch noch so gering sind; wir kennen Eiweiss von verschiedenem Gehalte an Schwefel ebenso wie Eiweiss von sehr verschiedener Sättigungscapacität; auch dieses sind Verhältnisse, deren Untersuchung bis heute noch nicht zu Ende geführt ist.

Wir halten zunächst die alte Eintheilung des Albumins in lösliches und geronnenes fest.

Das *lösliche Albumin* bildet lufttrocken eine blassgelbliche, durchscheinende Masse, die sich ziemlich leicht reiben und in ein weisses Pulver verwandeln lässt; das specifische Gewicht des salzhaltigen Hühnereiweisses fand *C. Schmidt*[3]) = 1,3144; eliminirt man durch Berechnung daraus die Salze, so würde die Dichtigkeit des reinen Albumins = 1,2617 sein; durch Reiben wird es positiv electrisch; es ist

[1]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40. S. 1—65 u. Untersuch. z. Pathol. S. 82 u. a. a. O.

[2]) *Lehmann*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 1. S. 234.

[3]) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 156—167.

ohne Geruch, Geschmack und Reaction auf Pflanzenfarben; in Wasser quillt es zu einer gallertartigen Masse auf, welche sich nur wenig in reinem Wasser, aber leicht in solchem, welches etwas Kochsalz oder ein andres Alkalisalz enthält, auflöst; in Alkohol und Aether ist es unlöslich.

Im Vacuo oder unter 50° getrocknet, lässt es sich bis 100° *erhitzen*, ohne in den unlöslichen Zustand überzugehen; die wässrige Lösung wird dagegen schon bei 60° trübe, gerinnt vollständig bei 63° und scheidet sich bei 75° in Flocken ab; grosse Verdünnung kann bewirken, dass erst bei 90° eine Trübung bemerkbar wird und nur nach längerem Kochen sich Coagula abscheiden.

Durch verdünnten *Alkohol* wird das Albumin zwar aus wässriger Lösung niedergeschlagen, jedoch nicht coagulirt; wird indessen wasserarmer Alkohol in grösserer Menge zugesetzt, so geht es in den unlöslichen, d. h. geronnenen Zustand über; gegen weingeistfreien *Aether* verhält es sich sehr verschieden; gewöhnlich sagt man, das des Blutserums gerinne nicht durch Aether, während das der Eier dadurch coagulirt werde; hauptsächlich scheint diess jedoch, da diese Beobachtung nicht constant ist, von der Concentration der Eiweisslösung abzuhängen.

Fette und flüchtige *Oele* wirken weder auflösend noch coagulirend auf das Albumin ein; durch *Kreosot* und *Anilin* wird es coagulirt.

Durch die meisten *Säuren* wird das Albumin in die unlösliche Modification verwandelt, dabei aber nur von den Mineralsäuren (ausser dreibasischer Phosphorsäure) präcipitirt, wenn diese in einigem Ueberschusse zugesetzt werden; die organischen Säuren, ausser den Gerbsäuren, schlagen das Eiweiss nicht nieder.

Alkalien präcipitiren das Eiweiss nicht, führen es aber in die unlösliche Modification über.

Die meisten *Metallsalze* schlagen das Albumin nieder, und zwar so, dass im Niederschlage entweder eine Verbindung eines basischen Salzes mit Albumin oder ein Gemeng zweier Verbindungen enthalten ist, nämlich eine, welche aus der Säure des Salzes und Albumin besteht, und eine andere, welche die Basis des Salzes mit Albumin enthält; in den meisten Fällen geht das Albumin durch diese Verbindungen in den unlöslichen Zustand über.

Das Eiweiss findet sich in den normalen thierischen Flüssigkeiten gewöhnlich *nicht isolirt* in Lösung, sondern in Verbindung mit ein wenig *Alkali*, dessen Menge sich wegen der ausserdem dem Albumin

beigemengten Salze nicht genau bestimmen lässt; nach einigen am Hühnereiweiss angestellten Untersuchungen fand ich die Menge des unmittelbar mit Albumin verbundenen Natrons = 1,58 Th. auf 100 Th. salzfrei berechneten Albumins. Dieses Eiweiss reagirt schwach alkalisch, ist leichter in Wasser löslich, als das reine, unterscheidet sich aber von diesem hauptsächlich durch die Form, in welcher es beim Erhitzen seiner wässrigen Lösung gerinnt (*Scherer*); es scheidet sich nämlich nicht in Flocken wie reines Eiweiss aus, sondern bildet blos eine weisse, fast mehr gallertartige Masse, oder, wenn die Flüssigkeit mehr oder weniger verdünnt war, eine milchige oder nur weisslich opalisirende Trübung. Die vorher schon alkalische Flüssigkeit reagirt nach dem Kochen noch stärker alkalisch, ein Beweis, dass sich wenigstens ein Theil des Alkalis von dem Eiweiss bei der Gerinnung des letztern getrennt hat; dieses frei gewordene Alkali verbindet sich aber mit einem geringern Theile Eiweiss zu dem sg. Natronalbuminat, welches aufgelöst bleibt. Jenes Eiweiss aber, welches durch diese Coagulation ausgeschieden ist, geht beim Filtriren immer zum Theil mit durchs Filter und verstopft auch sehr bald dessen Poren. Sättigt man aber die Lösung solchen Albuminnatrons mit etwas Essigsäure oder einer andern organischen Säure, so gerinnt es gleich reinem Eiweiss beim Erhitzen in leicht filtrirbaren Flocken. Wird eine so neutralisirte Eiweisslösung stark mit Wasser verdünnt (etwa mit der 20fachen Menge), so trübt sich die Flüssigkeit und ein grosser Theil des Albumins schlägt sich aus der Lösung salzarm und alkalifrei nieder.

Die Erklärung der letzten Erscheinung ist die: das vom Alkali durch die Essigsäure befreite Albumin wird durch die Salze gelöst erhalten, durch starke Verdünnung verlieren diese aber ihre Lösungskraft und das Albumin scheidet sich allmälig aus.

Wird jenes Albuminnatron mit verdünntem Alkohol versetzt, so fällt alkalifreies und salzarmes Albumin nieder; ein andrer Theil bleibt aber mit mehr Alkali verbunden aufgelöst und stellt die nächstfolgende Verbindung, das eigentliche Natronalbuminat dar; jener Niederschlag löst sich aber wenig in reinem Wasser, leicht in salzhaltigem.

Setzt man zu dem normalen in thierischen Flüssigkeiten enthaltenen Eiweiss noch etwas Alkali, so erleidet es wiederum eine wesentliche Veränderung seiner Eigenschaften; war die Lösung sehr concentrirt, so bildet sich beim Erhitzen eine durchscheinende, in Wasser fast unlösliche Gallert, in welcher (nach meinen Untersuchungen) auf 100 Th. salzfreien Albumins 4,69 Th. Kali oder 3,14 Th. Natron

kommen. Wurde die Lösung mit Wasser verdünnt, so scheidet sich beim Erhitzen nicht nur jene farblose Gallert nicht aus, sondern es bildet sich überhaupt kein Niederschlag; das Albumin scheint seine Gerinnbarkeit gänzlich verloren zu haben; diess ist jedoch nicht der Fall, denn es geht selbst, ohne erhitzt zu werden, bei überschüssigem Alkali in den coagulirten Zustand über; neutralisirt man nämlich die Lösung mit einer das Eiweiss sonst nicht präcipitirenden Säure, (Essigsäure, Weinsäure, dreibasische Phosphorsäure), so wird coagulirtes Eiweiss ausgeschieden. Die Lösung dieses vorzugsweise sogenannten *Alkalialbuminats* zeichnet sich aber beim Kochen dadurch aus, dass es am Boden des Gefässes viel Blasen bildet, die so hartnäckig haften bleiben, dass theilweise Bräunung der jene bildenden organischen Materie stattfindet; andererseits macht es aber beim Abdampfen auf der Oberfläche eine durchsichtige Haut geronnenen Albumins (*Scherer;* desshalb wurde dieses Natronalbuminat in thierischen Flüssigkeiten oft für Caseïn angesehen); man kann jedoch aus dieser alkalischen Lösung durch Kochen ein vollkommenes, flockiges oder klumpiges Coagulum erhalten, wenn man vor dem Kochen ein neutrales Alkalisalz (schwefelsaures Natron, Kochsalz oder Salmiak) in gesättigter Lösung oder trocken zusetzt.

Säuren und *Metallsalze* verhalten sich zu diesen alkalischen Albuminlösungen mit kleinen Abänderungen fast ebenso, wie zu denen des reinen Albumins; nur bringt die Menge des zugesetzten Metallsalzes oft Abänderungen hervor, insofern das neugebildete Albuminat bald löslich im Ueberschuss des Metallsalzes oder des Natronalbuminats, bald darin unlöslich ist. Die meisten dieser Verbindungen sind aber in Alkalien löslich.

Organische Säuren, im Ueberschuss zu Albuminlösungen gesetzt, bewirken gleich überschüssigen Alkalien, dass das Eiweiss beim Kochen gelöst bleibt; jedoch scheidet es sich auch aus diesen Lösungen beim Kochen in Flocken oder Klumpen aus, wenn man diesen neutrale Alkalisalze, wie schwefelsaures Natron, Kochsalz oder Salmiak, in hinreichender Menge zusetzt. Uebrigens bilden auch solche saure Lösungen beim Abdampfen auf der Oberfläche eine Haut, ganz wie Caseïn in saurer oder alkalischer Milch.

Das *geronnene* oder *gekochte Albumin* hat alle die Eigenschaften, welche wir oben von den unlöslichen Proteïnverbindungen im Allgemeinen angeführt haben. Wir erwähnen daher in Betreff desselben nur folgendes: beim Uebergange aus dem löslichen in den unlös-

lichen Zustand verliert das Eiweiss einen Theil seines Schwefels; denn es entwickelt sich Schwefelwasserstoff in nachzuweisender Menge; mit Säuren geht es Verbindungen ein, die in säurehaltigem Wasser unlöslich sind, in reinem Wassér aber gallertartig aufquellen und sich dann leicht darin auflösen. Mit ätzenden Alkalien kann es so verbunden werden, dass deren alkalische Reaction völlig schwindet. Von concentrirter Salzsäure wird es beim Erwärmen mit einem Blau aufgelöst, welches sich mehr in Purpur oder Violett zieht, als das andrer Proteïnverbindungen. Wird Eiweiss längere Zeit mit Wasser bei Zutritt der Luft gekocht, so löst es sich allmälig auf und bildet eine nicht gelatinirende Flüssigkeit, die sogenanntes Proteintritoxyd enthält (*Mulder*[1]). Das Albumin liefert endlich bei der Behandlung mit starken Oxydationsmitteln, z. B. chromsaurem Kali und Schwefelsäure oder Braunstein und Schwefelsäure mehr Essigsäure, Benzoësäure und Benzoylwasserstoff und weniger Baldriansäure, als die verwandten Proteïnverbindungen.

Zusammensetzung. Das geronnene und durch Wasser, Alkohol und Aether extrahirte Albumin ist so oft analysirt worden, dass wir uns begnügen, nur die Mittelresultate von 5 Analysen, welche *Scherer*[2]) damit angestellt hat, anzuführen und damit die neuerdings von *Mulder*[3]) für die genaueste gehaltene Analyse zusammenstellen:

	Scherer.	*Mulder.*	*Rüling.*
Kohlenstoff	54,883	53,5	53,4
Wasserstoff	7,035	7,0	7,0
Stickstoff	15,675	15,5	
Sauerstoff	22,365	22,0	
Schwefel		1,6	
Phosphor		0,4	
	100,000	100,0	

Rüling[4]) fand im Albumin des Blutserums (nach Abzug der Asche im Mittel mehrerer Versuche) = 1,325% Schwefel, in dem der Hühnereier = 1,748%, *Mulder* dagegen in ersterem durchschnittlich 1,3%, in letzterem 1,6%. Das Eiweiss hält immer hartnäckig Kochsalz zurück, so dass es durch Auswaschen kaum vollständig von demselben befreit werden kann. Besonders aber ist sein Gehalt an phosphorsaurem

[1]) *Mulder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 47, S. 300, u. Bullet. de Néerlande. 1839, p. 404.

[2]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 36.

[3]) *Mulder*, Scheik. Onderz. D. 3, p. 385.

[4]) *Rüling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 310.

Kalk bemerkenswerth; dessen Menge ist sehr variabel, doch beträgt sie gewöhnlich ungefähr 1,6%. Die Bleioxydverbindung zu Grunde legend, fand *Mulder* das Atomgewicht des Albumins = 22483,9; aus der Silberoxydverbindung berechnete er = 22190,2. Wir sind aus den oben (namentlich S. 332) angeführten Gründen noch nicht im Stande, eine empirische Formel für das Eiweiss aufzustellen; *Mulder* betrachtet nach der oben erwähnten Hypothese das Eieralbumin als zusammengesetzt aus 96,2% Proteïn, 3,2% Sulphamid und 0,6% Phosphamid und berechnet darnach die sehr hypothetische Formel: $20\,(C_{36}\,H_{25}\,N_4\,O_{10}.\,2\,HO) + 8\,H_2\,N\,S + H_2\,N\,P$.

Verbindungen. *Eiweissproteïn* enthält nach *Mulder* 53,7% Kohlenstoff, 7,0% Wasserstoff, 14,2% Stickstoff, 23,5% Sauerstoff und 1,6% Schwefel; er stellt dasselbe dar, indem er reines geronnenes Eiweiss in einer Lauge, die $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{400}$ Aetzkali enthält, auflöst und eine Stunde lang einer Temperatur von 60° bis 80° aussetzt; es ist dann in der Flüssigkeit Schwefelkalium durch die bekannten Reagentien nachweisbar; würde man ohne weiteres die Flüssigkeit mit Essigsäure neutralisiren, so müsste man fürchten, dass der entstandene Niederschlag eingemengten Schwefel enthalte, da sich neben Schwefelkalium auch dithionigsaures Kali in der Flüssigkeit befinden muss (welches an sich auf Zusatz einer Säure Schwefel ausscheidet und schweflige Säure bildet, die aber wiederum mit dem entwickelten Schwefelwasserstoff bekanntlich Schwefel liefert); daher ist jene Flüssigkeit so lange an der Luft unter öfterem Umrühren stehen zu lassen, bis sie keine Reaction auf Schwefelkalium mehr zeigt; dann erst wird der gewünschte Körper durch Essigsäure gefällt.

Das Eiweissprotein ist frisch gefällt, schneeweiss, kleinflockig, getrocknet blassgelb, hart und spröd, quillt in Wasser zu einer Gallert auf, ist in diesem so wie in allen indifferenten Menstruis unlöslich, verhält sich im Uebrigen wie geronnenes Albumin, nur mit dem Unterschiede, dass es nach der Behandlung mit Kali weder mit Bleisalzen noch gegen Silberblech die Schwefelreaction giebt.

Darstellung. Dass das lösliche Albumin nicht völlig frei von Mineralbestandtheilen erhalten werden kann, geht schon aus dem Obigen hervor. Am reinsten gewinnt man noch die lösliche Modification, wenn man Serum oder in Wasser gelöstes Eiereiweiss mit etwas Essigsäure neutralisirt und nun entweder durch die 20 bis 30 fache Menge destillirten Wassers oder durch verdünnten Spiritus extrahirt. Gewöhnlich stellt man es aber dar, indem man Blutwasser oder Eierei-

weiss im luftleeren Raume oder bei einer 50° nicht übersteigenden Temperatur in Platingefässen eindampft, den gelben Rückstand pulverisirt, mit Aether und endlich mit Alkohol extrahirt.

Völlig rein erhält man dagegen das coagulirte Albumin, wenn man den durch Salzsäure aus Eiweisslösungen entstandenen Niederschlag zunächst zur Entfernung der Salzlauge und insbesondre des phosphorsauren Kalks mit verdünnter Salzsäure auswäscht; das salzsaure Albumin darauf in reinem Wasser auflöst und mit kohlensaurem Ammoniak fällt; der Niederschlag wird dann getrocknet, pulverisirt und durch kochenden Alkohol und Aether von Fett befreit.

Wurtz [1]) hat ein lösliches, aber jedenfalls essigsäurehaltiges Albumin dargestellt, indem er Hühnereiweiss mit basisch essigsaurem Bleioxyd behandelte und dann das Eiweiss vom Blei durch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff befreite; solches Albumin röthet Lackmus.

Hruschauer [2]) hat auch ein Lackmus röthendes Albumin dargestellt, indem er Eiweiss mit Schwefelsäure präcipitirte; nach 6 wöchentlichem Auswaschen röthete es Lackmus, war aber frei von Schwefelsäure.

Prüfung. Im Allgemeinen ist die Gegenwart von Eiweiss sehr leicht nachzuweisen, indem man aus der Gerinnbarkeit einer Flüssigkeit in der Hitze auf die Gegenwart von Eiweiss schliesst; allein wenn wir auch hier davon absehen, dass es noch mehrere (weiter unten zu betrachtende) Substanzen giebt, welche ebenfalls beim Kochen gerinnen, so ist diese Eigenschaft des Eiweisses doch schon deshalb nicht als einziges Mittel zu seiner Erkennung zu benutzen, weil es, wie wir oben gesehen haben, unter manchen Verhältnissen gar nicht gerinnt oder kaum wahrnehmbare Trübungen bildet. Wir haben bereits die Mittel näher bezeichnet, in sehr sauren oder sehr alkalischen Flüssigkeiten die Gegenwart von Eiweiss darzuthun; man neutralisirt die Flüssigkeit entweder, oder versetzt sie mit einer sehr gesättigten Salmiaklösung und kocht alsdann. Früher empfahl man noch mehrere Mittel, das Albumin in solchen Fällen und zwar noch bei sehr geringen Mengen kenntlich zu machen; zu diesen Mitteln gehören hauptsächlich Salpetersäure, Quecksilberchlorid, saures chromsaures Kali, dem etwas Schwefelsäure beigefügt wird, und Gerbsäure; allein alle diese Mittel haben nur eine Geltung, wenn sie neben der Coagulation angewendet werden, da die Mehrzahl der Proteïnverbindungen auch durch dieselben präcipitirt wird; man hält sie aber meist für beweisend, wenn sie Re-

[1]) *Wurtz*, Compt. rend. T. 18, p. 700.

[2]) *Hruschauer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 46, S. 348.

actionen in einer Flüssigkeit geben, in welcher man sonst keine andre Proteïnverbindung als Eiweiss zu finden gewohnt ist. Wenn z. B. der Harn beim Erhitzen gerinnt, und von Salpetersäure, Quecksilberchlorid, Chromsäure und andern Mitteln präcipitirt wird, so hält man sich von der Gegenwart des Albumins überzeugt, obgleich jene Mittel mit den meisten andern Proteïnverbindungen dieselben Reactionen geben. Wenn aber selbst alle diese Reagentien in ihrer Gesammtheit nur eine relative Gewissheit über die Gegenwart von Eiweiss verschaffen, so darf man noch weniger sich auf die blosse Gerinnbarkeit einer Flüssigkeit durch Erhitzen verlassen; denn thierische Flüssigkeiten, namentlich Urin, scheiden beim Erhitzen gar nicht selten einen dichten amorphen Niederschlag aus, der keine Spur von Albumin enthält, sondern nur aus phosphorsauren Erden besteht; diess geschieht sehr oft, wenn der Harn sehr wenig sauer ist; will man daher diesen Niederschlag von geronnenem Eiweiss unterscheiden, so setze man nur eine Mineralsäure zu; die Erden werden sich darin leicht auflösen; oder man säure den Harn vor dem Kochen mit etwas Essigsäure an; es wird alsdann kein Niederschlag beim Kochen entstehen, sobald jener von den Erdsalzen des Harns herrührte.

Bei der Prüfung thierischer Flüssigkeiten und namentlich pathologischer muss man besonders auf die Form der Coagulation des Eiweisses Acht haben, da hieraus, wie oben näher erörtert, noch auf viele andre Verhältnisse geschlossen werden kann; ein flockiges, leicht filtrirbares Coagulum würde beweisen, dass das Eiweiss nicht an Alkali gebunden ist, und dass ihm dieses durch eine Säure entzogen worden sein muss, da im normalen Zustande alle eiweisshaltigen Säfte des Körpers ein alkalihaltiges (als Milch oder weisse undurchsichtige Gallert gerinnendes) Eiweiss enthalten. Entsteht ferner beim Abdampfen einer thierischen Flüssigkeit, aus der vorher schon Eiweiss durch das Kochen entfernt worden sein kann, eine dünne, farblose Haut; so ist hieraus keineswegs auf Gegenwart von Käsestoff zu schliessen (wie man so oft gethan hat), sondern es beweist, dass die Flüssigkeit noch soviel Alkali enthält, dass dieses die gewöhnliche Coagulation des Albumins verhindert, kurz dass, wenn auch schon ein Theil des Eiweisses durch Kochen entfernt war, doch noch in der Flüssigkeit das vorzugsweise sogenannte Natron- oder Kalialbuminat enthalten ist.

Krankhaftes Blut und Exsudate enthalten oft reines Albumin nur durch Salze gelöst; aus diesen wird, wie *Scherer* zuerst gefunden, durch Verdünnung mit grossen Mengen destillirten Wassers der grösste

Theil des Albumins anfangs als milchige Trübung, später in Flocken ausgefällt.

Bei der Bestimmung des Albumins müssen wir uns immer daran erinnern, dass wir es mit jener wissenschaftlichen Genauigkeit, mit welcher wir die meisten andern organischen Substanzen nachzuweisen im Stande sind, von den ihm ähnlichen Proteïnverbindungen zu unterscheiden nicht vermögen. Wir werden zwar bei den ähnlichen Stoffen auf die Unterschiede in einzelnen Reactionen aufmerksam machen: allein leider kommt das Eiweiss selbst in mehreren Modificationen vor, die bald mehr diesem bald jenem Proteïnkörper gleichen; die Bestimmung der Sättigungscapacität oder die Elementaranalyse lassen uns aber hier gerade gänzlich im Stiche, weil auch hierin diese Körper nur geringe Unterschiede zeigen. Unsre Bestimmung des Eiweisses in thierischer Flüssigkeit wird daher immer höchstens eine relative Sicherheit geben; in noch höherm Grade gilt diess aber, wenn coagulirtes Eiweiss nachgewiesen werden soll; glücklicher Weise kommt dieses selten oder vielleicht nie im thierischen Organismus vor; es geht aber schon aus dem oben (S. 336) angeführten, den geronnenen Proteïnkörpern gemeinsamen Eigenschaften hervor, dass an eine Unterscheidung derselben nach dem jetzigen Stande unsrer Kenntnisse nicht zu denken ist. Da Atomgewichtsbestimmung und Elementaranalyse uns hier keine Garantie geben können, so könnte man auf den Gedanken kommen, aus dem Schwefelgehalte einer als Proteïnkörper (vergl. oben S. 336) nachgewiesenen Substanz auf dessen Identität mit coagulirtem Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff u. dergl. zu schliessen: allein leider scheint es, als ob dieser Schwefelgehalt in einem und demselben Körper nicht einmal constant sei z. B. im Eiweiss. Wir müssen also zur Zeit völlig darauf verzichten, im thierischen Körper geronnene Proteïnkörper von einander zu unterscheiden, und es ist daher völlig absurd zu fragen, ob in den Tuberkeln oder im Carcinom geronnener Faserstoff oder Eiweiss enthalten sei, ein Punkt, den freilich manche Verfechter der pathologisch-anatomischen Schule, ohne einen Chemiker zu fragen, vollkommen entschieden zu haben glauben.

Zur quantitativen Bestimmung des Eiweisses in thierischen Flüssigkeiten empfiehlt man gewöhnlich einfacher Weise das Eiweiss durch Hitze zu coaguliren, zu filtriren, zu trocknen und zu wägen; für den ersten Blick scheint diese Bestimmung ganz praktisch; allein wenn wir an die Ausführung selbst gehen, so stossen wir auf unerwartete Schwierigkeiten, sobald wir uns nicht etwa mit so unreinlichen

und mangelhaften Analysen begnügen wollen, wie sie leider in der pathologischen Chemie sehr gebräuchlich geworden sind. Zuerst ist nämlich zu bemerken, dass das gewöhnliche in schwach alkalischen Thiersäften enthaltene Eiweiss nach seiner Coagulation gar nicht filtrirbar zu nennen ist; denn einerseits geht seiner mehr gallertartigen oder milchigen Beschaffenheit halber immer ein Theil desselben mit durch's Filter, und andrerseits wird das letztere wegen derselben Eigenthümlichkeit des in dieser Weise geronnenen Albumins so schnell verstopft, dass an ein Aussüssen nicht zu denken ist; oder die Flüssigkeit sickert so langsam durch's Filter, dass das auf demselben befindliche Eiweiss in Fäulniss übergeht. Wenn man gegen diese Uebelstände die Anwendung leinener oder wollener Gewebe als Filter empfohlen hat, so beweist dies nur, dass man keinen Begriff von der bei jeder chemischen Analyse nöthigen Genauigkeit gehabt hat. Leider können wir aber die Bemerkung nicht unterdrücken, dass die grosse Mehrzahl der Analysen thierischer, eiweisshaltiger Flüssigkeiten nach jener Methode ausgeführt sind, ohne dass man jener Uebelstände auch nur Erwähnung gethan hat. Nur *Scherer* hat diese Hindernisse einer genauen Bestimmung des Eiweisses gewürdigt und sie zu überwinden gelehrt. Will man nämlich die Menge Eiweiss in einer schwach alkalischen Flüssigkeit genau bestimmen, so muss man dieselbe vor der Coagulation mit verdünnter Essigsäure neutralisiren oder schwach ansäuern; beim Erhitzen gerinnt das Eiweiss alsdann in Flocken und ist nun nicht nur gut und vollkommen, sondern auch schnell filtrirbar; die Flüssigkeit läuft vollkommen klar ab. Durch diese Methode wird aber noch ein andrer Fehler der gewöhnlichen Eiweissbestimmung vermieden; kocht man nämlich die normalen eiweisshaltigen Flüssigkeiten, so wird stets Alkali frei, wie wir oben gesehen haben, die Flüssigkeit zeigt stärker alkalische Reaction nach dem Kochen, als vor demselben; dieses Alkali bildet aber mit einer geringern Menge Eiweiss das gewöhnlich sogenannte alkalische Albuminat, welches trotz des Kochens vollständig gelöst bleibt; wir würden also, selbst wenn das nach der gewöhnlichen Methode coagulirte Eiweiss gut filtrirbar wäre, dennoch einen Verlust an demselben haben, da ein Theil desselben als wirklich gelöste Substanz mit durch's Filter ginge. Auch dieser Fehler wird nach der angeführten Methode *Scherer's* vollkommen vermieden; nur muss man sich hüten, zu viel Essigsäure zuzusetzen, da man sonst in den entgegengesetzten Fehler verfiele, und wieder Verlust an Eiweiss erlitte, indem ein Theil desselben durch die Essigsäure gelöst mit durch's Filter

gehen würde. Anstatt der Essigsäure kann man sich auch des Salmiaks bedienen; nur ist hierbei ein längeres Kochen nothwendig, um das Albumin vollständig aus der Flüssigkeit auszufällen und gut filtrirbar zu machen. Es hängt lediglich von dem übrigen Gange der Analyse ab, ob man zu dem genannten Zwecke die Anwendung der Essigsäure oder des Salmiaks vorzieht.

Hier dürfte wohl die passendste Gelegenheit sein, auf einen Punkt aufmerksam zu machen, der bei der *quantitativen Analyse thierischer Flüssigkeiten* so wie organischer Theile überhaupt von der höchsten Wichtigkeit ist; dies ist nämlich die Art und Weise, die zu wägenden Substanzen völlig auszutrocknen. Das Austrocknen ist namentlich bei thierischen, an sich hygroskopischen Substanzen oder bei den mit solchen gemengten Proteinkörpern, den sog. Extractivstoffen u. s. w. keineswegs so leicht auszuführen, wie bei den zum Behufe von Elementaranalysen vollkommen rein dargestellten und vor dem Wägen im pulverförmigen Zustande getrockneten Substanzen. Dass das Austrocknen ebenso vollkommen geschehen muss, wie bei der Vorbereitung zu einer Analyse im Verbrennungsrohr, versteht sich von selbst, wenn nicht das ganze Resultat der Analyse darunter leiden soll; allein der Umstand, dass wir hier die Substanzen meist auf Filtern (deren Gewicht im trocknen Zustande vorher bestimmt sein musste und die an sich sehr hygroskopisch sind) wägen müssen, und die zu wägenden Substanzen nicht erst pulverisirt werden können, macht genaue Bestimmungen weit schwieriger. Die thierischen Substanzen backen meist zu hornartigen Massen zusammen und überziehen sich beim Austrocknen gleichsam mit einer Kruste trockner Substanz, die für das noch im Innern der Stücke enthaltene Wasser impermeabel ist; daher ohne Anwendung höherer Temperatur im blossen Vacuo selbst neben Schwefelsäure solche Substanzen oft nicht vollkommen entwässert werden können. Man muss daher wo möglich höhere Temperatur, Luftpumpe und hygroskopische Körper gleichzeitig im Gebrauch ziehen. Aus der allgemeinen analytischen Chemie ist bekannt, auf wie verschiedenen Wegen jene drei Entwässerungsmittel angewendet werden können; daher sei hier nur erwähnt, dass folgende zwei Wege uns zur Erreichung einer vollkommenen Austrocknung als die kürzesten erschienen sind: entweder man erhitzt ein kleines unter den Recipienten der Luftpumpe passendes Sandbad auf ungefähr 110°, setzt alsdann auf dieses das Uhrglas oder Gefäss, auf welches man die sammt dem Filter auszutrocknende Substanz gelegt hat; bringt dann das Sandbad mit der Substanz unter die Luft-

pumpe über Schwefelsäure und evacuirt; oder man bringt die zu wägende Substanz sammt dem Filter in ein gewogenes Probirgläschen, welches einerseits mit heissem Sande umgeben und an eine mit Chlorcalciumrohr versehene Handluftpumpe angebracht und evaçuirt wird, ganz in derselben Weise, wie dies *Liebig*[1]) bei Anstellung von Elementaranalysen angegeben hat. In jedem Falle muss das Austrocknen so lange fortgesetzt werden, als bei wiederholtem Wägen die Substanz noch einen Gewichtsverlust erleidet. Will man ohne Benutzung der Luftpumpe durch blosse Anwendung von Wärme, z. B. mittelst des sehr brauchbaren *Rammelsberg*'schen [2]) oder *Liebig*'schen [3]) Luftbades, austrocknen, so muss man erstens die Temperatur immer bis 110° und 115° steigern, dann aber die Substanz *nicht an der Luft* erkalten lassen; Filter und thierische Substanz würden in diesem Falle während des Erkaltens Wasser aus der Luft anziehen und somit eine Gewichtszunahme erleiden; fast noch unstatthafter ist aber das von *Becquerel* und *Rodier* vorgezogene Wägen noch heisser Substanzen; wir wissen, dass durch Erwärmen der einen Waagschale der aufsteigende Luftstrom die zu wägende Substanz scheinbar leichter macht, und haben in der analytischen Chemie gelernt, dass hygroskopische Substanzen nach dem Trocknen in höherer Temperatur erst über Schwefelsäure im verschlossenen Raume erkalten müssen, ehe man sie einer Wägung unterwerfen darf. Die Wiederholung des Wägens bis zu einem constanten Resultate ist daher hier fast nothwendiger, als bei den erstgenannten Verfahrungsweisen.

Bedenkt man, dass gerade von einer guten Austrocknung alle Resultate der Analyse organischer Körper abhängig sind, so wird der Glaube an die Zuverlässigkeit vieler der vorliegenden Analysen pathologischer Producte mehr als wankend. *Becquerel* und *Rodier*, die nächst *Scherer* unstreitig die besten Analysen krankhaften Blutes ausgeführt haben, glauben es als etwas Besonderes hervorheben zu müssen, dass sie auf die quantitative Analyse des Blutes dieselbe Genauigkeit verwendet hätten, wie solche nur bei Elementaranalysen nöthig sei; es scheint uns aber überhaupt gar kein Grund vorzuliegen, wesshalb man bei den noch weit weniger controlirbaren Analysen thierischer Flüssigkeiten weniger genau zu sein brauche, als bei Elementaranalysen. Bei jeder Analyse, aber insbesondere bei einer organischen, ist stets die äusserste Sorgfalt des Experimentators nothwendig; sonst mag er lieber das Analysiren gänzlich unterlassen; denn er wird Zeit und Mühe verlieren und der Wissenschaft selbst nur schaden. Freilich sind in der pathologischen Chemie die meisten Analysen

[1]) *Liebig*, Handwörterb. d. Chemie. Bd. 1, S. 360.

[2]) *Rammelsberg*, Anleit. zur quant. min. Analyse. S. 50.

[3]) *Fresenius*, Anleil. zur. quant. chem. Analyse. S. 37.

nur von chemischen Dilettanten ausgeführt, die mit ungefähren Schätzungen die Wissenschaft zu bereichern und wohl gar eine exacte Medicin zu begründen wähnten. Solche Analysen sollte die Wissenschaft lieber gänzlich ignoriren, als sich mit einem eben so nutzlosen als unreinlichen Ballast zu überladen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Albumin findet sich in allen denjenigen thierischen Flüssigkeiten, welche dem ganzen Körper oder einzelnen Theilen das Material zur Ernährung und zum Wiederersatz zuführen. Daher ist das Albumin auch ein Hauptbestandtheil des Bluts, der Lymphe und des Chylus so wie aller serösen Flüssigkeiten. Es findet sich in den Flüssigkeiten des Zellgewebes, im Weissen des Eies, in den Graafschen Bläschen u. s. w. Hierbei ist aber besonders bemerkenswerth, dass in diesen Theilen stets nur ungeronnenes Eiweiss vorkommt; denn wir haben bereits oben erwähnt, dass es zu den wissenschaftlichen Unmöglichkeiten gehört, im thierischen Körper geronnenes Eiweiss von andern unlöslichen Proteïnkörpern zu unterscheiden.

Da wir auf die quantitativen Verhältnisse des Albumins im Blute im zweiten Theile genauer eingehen werden, so reiche hier nur hin, zu erwähnen, dass die neuern Untersuchungen von *Becquerel* und *Rodier*[1]) mit den ältern von *Lecanu*[2]), *Denis*[3]), *Simon*, *Nasse* und Andern ziemlich darin übereinstimmen, dass im normalen Blute der Eiweissgehalt zwischen 6,3% und 7,1%, und im normalen Blutserum 7,9% und 9,8% schwanke. *Scherer*[4]) hat unstreitig für jetzt die beste Methode angewendet, das Blut zu analysiren; er fand darnach im Blute gesunder Männer 6,3 bis 7,0% Eiweiss. Im Blute der meisten Thiere fanden sowohl *Nasse*[5]) als *Poggiale*[6]) durchgängig weniger Eiweiss, als im Blute des Menschen, höchstens 6,7%. Im Blute der Männer kommt übrigens nach übereinstimmenden Zeugnissen der Experimentatoren etwas weniger Eiweiss vor, als in dem der Frauen.

Im *Chylus* ist die Menge des Albumins geringer als im Blute; sie ist aber auch ziemlich variabel, wie schon aus der physiologischen

---

[1]) *Becquerel* und *Rodier*, Gaz. méd. 3 Sér., T. 1, p. 503 ff. u. Gaz. de Paris, No. 33 et 36. 1846.

[2]) *Lecanu*, Etudes chim. sur le sang hum. Paris 1837.

[3]) *Denis*, Arch. de Médèc. 1838, Fevr.

[4]) *Scherer*, Heller's Arch. Bd. 10 S. 191.

[5]) *Nasse*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 28, S. 146.

[6]) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25, p. 198—201.

Natur dieser Flüssigkeit zu schliessen ist; man hat ungefähr 3 bis 6% Albumin im Chylus gefunden (*Nasse* [1]).

In der *Lymphe* von Menschen fanden *Marchand* und *Colberg* [2]) nur 0,434%, und in der von Pferden mit dem Faserstoff *Nasse* [3]) nur 0,391%, *Schlossberger* und *Geiger* [4]) 0,62% Eiweiss.

Das *Weisse der Hühnereier* enthält nach *Berzelius* [5]) 12 bis 13,8% Albumin.

Die *serösen Flüssigkeiten* des Thierkörpers physiologische sowohl als pathologische enthalten, wie schon aus ihrer Dichtigkeit hervorgeht, weit weniger Albumin als das Blutwasser; indessen fehlt Eiweiss niemals in denselben.

Die *thierischen Gewebe* finden wir fast alle von eiweisshaltiger Flüssigkeit umgeben; indessen rührt bei vielen der Reichthum an Albumin von dem Inhalte der sie reichlich durchsetzenden Capillargefässe her; dies gilt namentlich von Organen wie Leber, Nieren, Gehirn und Muskeln.

In die *Secrete*, z. B. Speichel, Magensaft, Galle und Schleim geht wohl im normalen Zustande kein eigentliches Albumin mit über; es finden sich in diesen Flüssigkeiten auch im normalen Zustande Spuren von Proteïnkörpern, diese sind aber verschieden vom gewöhnlichen Eiweiss. Der pankreatische Saft enthält dagegen im normalen Zustande eine dem Albumin höchst ähnliche Substanz, die beim Erhitzen gerinnt und dadurch den Saft vollständig consolidirt (wie im Hühnereiweiss). Bei krankhaftem Befinden jener absondernden Organe kann es aber in allen jenen Säften auftreten; besonders hat *Jul. Vogel* [6]) von den Schleimhäuten nachgewiesen, dass sie bei erhöhter Thätigkeit in Folge irgend einer Reizung neben den Schleimkörperchen auch Eiweiss absondern (daher der Eiweissgehalt einer eiterähnlichen Flüssigkeit kein Beweis für die Gegenwart wahren Eiters oder vielmehr einer eiternden Fläche ist).

Die albuminöse Substanz des pankreatischen Saftes zeigte *Cl. Bernard* [7]), gegen Säuren, Metallsalze und Hitze vollkommen dasselbe Verhalten, wie ge-

---

[1]) *Nasse*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 1, S. 233.

[2]) *Marchand* und *Colberg*, Pogg. Ann. Bd. 43, S. 625—28.

[3]) *Nasse*, Beitr. z. phys. u. pathol. Ch. Bd. 1, S. 449—55.

[4]) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 5, S. 391—96.

[5]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 650.

[6]) *Jul. Vogel*, Untersuch. üb. Eiter, Eiterung u. s. w. Erlangen. S. 75.

[7]) *Cl. Bernard*, Arch. génér. 4 Sér., T. 19, p. 68.

wöhnliches Eiweiss, Essigsäure und Milchsäure coagulirten sie nicht; als Unterterschied führt *Bernard* an, dass die Substanz des pankreatischen Saftes nach ihrer Präcipitation durch Alkohol in Wasser wieder löslich sei, was aber, wie wir oben gesehen haben, auch beim Eiweiss der Fall ist, wenn man verdünnten Alkohol anwendet. Concremente aus dem pankreatischen Gange, die ich durch die Güte *Hasse's* erhielt, lösten sich fast vollständig in Wasser auf und zeigten die gewöhnlichen Reactionen des Eiweisses.

Im Fruchtwasser ist von *Mack* [1]), *Vogt* und *Scherer* [2]) Albumin gefunden worden; die beiden letztern Forscher überzeugten sich, dass die Amniosflüssigkeit in den frühern Perioden des Fötuslebens reicher an Albumin ist, als in den spätern.

Vogt fand in der Flüssigkeit einer 4monatlichen Frucht 10,77% und in der einer 6monatlichen 6,67% Albumin, *Scherer* dagegen in der einer 5monatlichen 7,67%, in der eines ausgetragenen Kindes aber blos 0,82%.

Auch in den *Excretionen* findet sich im physiologischen Zustande kein Eiweiss. Das Erscheinen desselben in den Excreten deutet stets entweder auf ein Leiden des excernirenden Organes oder eine vollkommene Alteration der Blutmischung hin.

Was das Vorkommen des Eiweisses im *Harn* betrifft, so kann dieses sehr verschiedene pathologische Zustände begleiten, obwohl man früher auch hieraus eine besondere Krankheit gemacht hat. *Simon* behauptet sogar, im Urin einiger wenigstens scheinbar gesunder Personen Eiweiss gefunden zu haben. In vielen acuten und chronischen Krankheiten, welche nicht mit einer Nierenaffection verbunden sind, erscheint nicht selten, oft nur auf kurze Zeit, Albumin im Harn, z. B. bei Entzündungen der Brustorgane, acutem Gelenkrheumatismus, intermittirenden Fiebern, Typhus, Blattern, Cholera, Insufficienz der Klappen oder Stenose der Ostien des Herzens, auch chronischen Leberaffectionen, Tuberculose der Lungen und des Peritonäums, besonders wenn sich diese Krankheiten ihrem traurigen Ende nähern. In diesen Zuständen scheint der zeitweilige Uebergang des Albumins in den Harn auf einer veränderten Beschaffenheit des Blutes zu beruhen, in Folge welcher das Albumin auch das Gewebe der Nieren zu durchdringen im Stande ist. Am constantesten erscheint jedoch Eiweiss im Harn bei allen Nierenaffectionen, mögen dieselben acut oder chronisch sein. Der Begriff der *Bright*'schen Krankheit ist bekanntlich ein sehr

---

[1]) *Mack*, Heller's Arch. 1845. S. 218.

[2]) *Scherer*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 1. S. 88—92.

weiter; wenn wir ihn aber möglichst eng fassen und unter ihm eine Entartung der Nierensubstanz, besonders der Rindensubstanz, verstehen, möge dieselbe fettiger oder andrer Natur sein, so können wir den Eiweissgehalt des Harns als constantes Symptom jener Krankheit bezeichnen. Allein auch bei vorübergehenden Katarrhen der Nieren, wie sie z. B. bei Erysipelas eben so oft als nach Scarlatina eintreten, erscheint mit den bekannten Epithelialcylindern der *Bellini*'schen Röhren wie bei Nierenentzündungen mit den Faserstoffpfröpfen aus denselben Canälen ebenso constant Eiweiss im Harn, wie bei der eigentlichen *Bright*'schen Krankheit. Dass übrigens bei Gegenwart von Eiter oder Blut im Harn derselbe auch Eiweissgehalt zeigen muss, bedarf nicht erst der Erwähnung, wohl aber, dass auch bei reinen, heftigern Katarrhen der Blasenschleimhaut neben den Schleimkörperchen immer etwas Eiweiss gefunden wird.

Von dem Vorkommen des Albumins in den *festen Excrementen* gilt fast dasselbe, was eben von dem im Harn bemerkt worden ist. Bei Diarrhöen, die von einem Darmkatarrh abhängen, oder bei Krankheiten, zu welchen sich ein solcher gesellt, pflegt immer in den Excrementen Eiweiss gefunden zu werden; je mehr aber neben dem Darmkatarrh das Blut eine Alteration erlitten hat, desto mehr Eiweiss wird durch den Stuhlgang ausgeschieden; deshalb sehen wir nicht blos in der Dysenterie und Cholera, betreffs deren man den Eiweissabgang so hervorgehoben hat, sondern auch zuweilen bei *Bright*'scher Krankheit das Eiweiss in solchen Massen neben ganzen Fetzen von Cylinderepithelium (oft vollkommen fingerhutförmigen Ueberzügen der Darmzotten) durch den Mastdarm abgehen.

Ursprung. Ueber die Entstehung des Albumins aus den stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln wissen wir zur Zeit noch nichts bestimmtes. Dass die Quelle des Bluteiweisses hauptsächlich in den Proteïnkörpern der Nahrungsmittel zu suchen sei, daran zweifelt Niemand; denn abgesehen davon, dass directe Versuche, Thiere mit proteïnfreien Nahrungsmitteln am Leben zu erhalten, erwiesen, dass ohne solche Stoffe in der Nahrung der thierische Organismus sich nicht erhalten kann, zeigt auch eine vergleichende Statistik der aufgenommenen Nahrungsmittel und der beim Stoffwechsel zu Grunde gehenden stickstoffhaltigen Materien (s. d. 2. Th. „Ernährung"), dass dem thierischen Organismus selbst mit den gewöhnlichen pflanzlichen Nahrungsmitteln Proteïnkörper in mehr als ausreichender Menge zugeführt werden. Ist aber auch die Unfähigkeit des thierischen Organismus, aus andern

Stoffen, als Proteinkörpern Eiweiss zu erzeugen, noch nicht mit absoluter Gewissheit dargethan, so bleibt es doch sehr unwahrscheinlich, dass der Thierkörper überhaupt einer solchen Fähigkeit bedürfe. Wir kennen indessen noch nicht einmal die Entstehung des Blutalbumins aus den verwandten Proteïnkörpern der Nahrungsmittel, wie Caseïn, Vitellin, Fibrin, Legumin u. dergl.; wir wissen weiter nichts, als dass alle diese Körper bei der Magenverdauung in Stoffe verwandelt werden, die in ihren physikalischen Eigenschaften sehr von jenen Proteinkörpern verschieden sind, unter einander aber sich in der Löslichkeit in Wasser, Unlöslichkeit in Alkohol und Unfähigkeit zu gerinnen, gleichen. Wo und wie nun diese Peptone in das normale Bluteiweiss umgewandelt werden, ist uns völlig unbekannt; besonders ist es noch sehr räthselhaft, bei welchem Processe das Albumin mit der ihm zugehörigen Menge Schwefel versehen werde, da jene Peptone, wie ich mich überzeugt, meist eben so viel Schwefel enthalten, als die Substanzen, aus denen sie hervorgegangen sind.

Nutzen. Dass das Eiweiss als Material zur Bildung und Reproduction der stickstoffhaltigen Gewebe des Thierkörpers diene, bedarf wohl nach der Darlegung von dessen Vorkommen kaum noch eines Beweises; die ganze Lehre von der Ernährung beruht auf diesem Postulat. Dagegen ist es eine vielfach aufgeworfene und verschieden beantwortete Frage, ob das Eiweiss als solches unmittelbar zur Bildung von Zellen und Gewebselementen diene oder nicht. *Jul. Vogel*[1]) vertritt hauptsächlich die Ansicht, dass nur fibrinhaltige Exsudate plastisch, d. h zur Zellen- und Gewebsbildung tauglich sind. Derselbe stützt sich hauptsächlich auf die bekannten pathologisch-anatomischen Erfahrungen an Exsudaten und auf den geringen Gehalt der Lymphe an Fibrin als einer von dem zur Reproduction verwendeten Material restirenden Flüssigkeit. Schon der Mangel der Eiflüssigkeiten an Fibrin dürfte gegen diese Ansicht sprechen und zwar um so mehr, da sich gerade in diesen die höchste Plasticität zeigt; indessen möchte dieser Gegenbeweiss allerdings keine so grosse Geltung haben, da das Vitellin des eigentlichen Eikeims nach den genauesten Untersuchungen unter allen Proteïnkörpern dem Fibrin am ähnlichsten, ja vielleicht vollkommen gleich zusammengesetzt ist. Sehen wir aber auch von den ganz eigenthümlichen Verhältnissen des Eikeims ab, so lässt selbst eine fleissige Beobachtung der plastischen Exsudate an der Richtigkeit

[1]) *Jul. Vogel*, Lehrb. d. pathol. Anat. S. 80 ff.

der *Vogel*'schen Behauptung zweifeln: denn wie lassen sich bei der so äusserst geringen Menge des Fibrins im Plasma (s. „Fibrin") jene oft massigen Anhäufungen bereits in Organisation übergehender Exsudate aus dem Faserstoff ableiten, selbst wenn wir eine noch so schnelle Resorption des serösen Theils solcher Exsudate zugeben? Dass nur der Faserstoff des Exsudates in Zellen und Fasern übergehe, kann wohl nicht *Vogel's* Meinung sein. Folgende Anschauungsweise scheint uns den vorliegenden Thatsachen am meisten zu entsprechen. Wir werden den Faserstoff später als ein Mittelglied, als eine Uebergangsstufe im Stoffwechsel der stickstoffhaltigen Materien kennen lernen; wir stimmen daher *Vogel* völlig bei, wenn wir annehmen, dass alles Eiweiss erst auf jene Uebergangsstufe, die wir Faserstoff nennen, gelangen müsse, ehe es in Zellen- und Gewebsmaterie umgewandelt werden könne; dieses Mittelglied solchen Stoffwechsels gelangt aber nur darum in so geringer Menge oder gar nicht zur Erscheinung, weil eben auf dieser Stufe der Stoffwechsel sich nur kurze Zeit erhält. Denken wir uns nämlich den Faserstoff als einen Körper, dessen chemischer Schwerpunkt äusserst labil ist, wie etwa der der Aldehyde, so wird er (wie ein Körper mit mechanisch labilem Schwerpunkte auf einer Treppe) nur kurze, kaum wahrnehmbare Zeit auf der fraglichen Umwandlungsstufe verharren und somit für unsre Sinne eben so wenig wahrnehmbar sein, als das Essigsäurealdehyd bei der sauren Gährung. Wir glauben also, dass bei der Organisation der Exsudate sich noch aus dem Albumin des transsudirten Plasmas Faserstoff bilde, dieser aber sehr schnell weiter metamorphosirt werde.

Es würde nach dieser Ansicht nur noch die Frage sein, warum sich aus serösen Exsudaten, d. h. aus fibrinfreien Eiweisslösungen gewöhnlich keine Zellen und Fasern bilden. Man könnte diese Frage vielleicht dahin beantworten zu müssen glauben, dass die Gegenwart des Faserstoffs nur nöthig sei, um gewissermassen den Krystallisationspunkt für Ablagerung plastischer Materie zu bilden und dafür könnte die Erfahrung sprechen, dass ein in ungeronnenes Plasma geworfenes Stück Faserstoffcoagulum die Gerinnung des Fibrins erheblich beschleunigt: allein wir halten die Sache gerade nicht für so einfach; es scheint uns, die serösen Exsudate haben deshalb keine Neigung zur Organisation, weil diese nie reines Plasma minus Faserstoff sind, sondern oft weniger Eiweiss als Blutserum, aber immer mehr Salze und sogenannte Extractivstoffe enthalten; wir haben nun zwar noch kein Urtheil darüber, wie Salze die Umwandlung des Albumins zu

Zellen verhindern können, wissen aber doch, dass andre Umwandlungen des Albumins, z. B. Fäulniss, durch Salze aufgehoben oder modificirt werden.

Fibrin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Auch bei dem Fibrin müssen wir mehrere Modificationen unterscheiden, deren Anzahl sogar ziemlich gross werden würde, wollten wir aus den verschiedenen Stoffen, die man mit diesem Namen belegt hat, besondre Species machen. Wir unterscheiden zunächst nur das Fibrin in natürlich gelöster Form, ferner das später geronnene und endlich das durch Hitze coagulirte oder gekochte Fibrin.

In der *natürlichen Lösung des Faserstoffs* können nur wenige Eigenschaften desselben erkannt werden, da er hier mit Eiweiss und andern Stoffen des Blutserums gemengt ist; wir kennen von dem gelösten Fibrin eigentlich nichts weiter, als einige Reactionen, durch welche sich der im filtrirten (d. h. von Blutkörperchen getrennten) Froschblute gelöste Faserstoff von dem zugleich mit in Lösung befindlichen Eiweiss unterscheidet. Mehr, als *Joh. Müller*[1]) schon vor längerer Zeit gefunden hat, lässt sich daher auch jetzt noch nicht über diesen gelösten Faserstoff anführen. Essigsäure eben so wenig als Aetzammoniak bewirken in der Flüssigkeit des Froschblutes einen Niederschlag; eine concentrirte Aetzkalilösung gibt aber mit dem Fibrin ebensowohl einen Niederschlag, als Albumin (s. oben S. 341); Aether macht das Fibrin sogleich gerinnen, während er das Albumin des Froschblutes gelöst lässt. Die spontane Gerinnung des Fibrins aus dem Plasma aller Wirbelthiere kann durch verdünnte Lösungen von schwefelsauren, salpetersauren, salzsauren, kohlensauren und essigsauren Alkalien sehr verlangsamt, ja durch concentrirte Lösungen gänzlich verhindert werden.

Was die spontane Gerinnung des Faserstoffs betrifft (auf die wir beim Blute im 2. Th. ausführlicher zurückkommen werden), so werde hier nur folgendes bemerkt: die (von Blutkörperchen befreite) Blutflüssigkeit wird in kurzer Zeit, nachdem sie dem lebenden Körper entlehnt ist, oft schon nach 2 Minuten dickflüssig und gallertartig, nach

---

[1]) *Joh. Müller,* Lehrb. d. Physiol. Bd. 1. S. 117.

einiger Zeit treten aus der ziemlich consistent gewordenen Gallert einige Tröpfen Flüssigkeit hervor, die sich endlich so vermehrt, dass sie eine ganze Schicht Serum über dem nun deutlicher hervortretenden Coagulum bildet; je nach den begleitenden Umständen (die wir beim Blute einer genauern Erörterung unterwerfen werden) zieht sich das Coagulum mehr oder weniger zusammen, d. h., es wird mehr oder weniger zusammenhängend, zäh, resistent und elastisch. Verfolgen wir diesen Uebergang des Fibrins aus dem gelösten, flüssigen Zustand in den festen durch das Mikroskop, so lehrt uns ein sorgfältiges Studium folgendes: die frische Blutflüssigkeit zeigt ausser einigen farblosen Blutkörperchen nichts morphologisches; zu der Zeit aber, wo sie gallertartig zu werden anfängt, erscheinen hie und da einzelne Punkte oder Molecularkörnchen, von denen aus sehr bald äusserst feine gerade Fäden entspringen, die zwar radienförmig von jenem Punkte ausgehen, aber nicht wie bei der Krystallisation sternförmige Massen bilden; diese Fäden verlängern sich allmälig immer mehr und kreuzen sich dann mit denen, welche von andern festen Punkten ausgegangen sind, so dass endlich das ganze Sehfeld wie mit einem feinen aber etwas verfilzten Spinngewebsnetz überzogen erscheint. Später wird dieses Netz immer dichter und man erkennt oft kaum noch die darin eingebetteten farblosen Blutkörperchen.

Es bedarf heute wohl nicht mehr der Widerlegung älterer Ansichten, nach denen einerseits das Fibrin durch Zerplatzen der farblosen oder gar der rothen Blutkörperchen entstehen, andrerseits aber aus dem Blute, in welchem es schon ursprünglich nur suspendirt sei, sich einfacher Weise absetzen sollte. Erstere Ansicht theilt wohl kein Physiolog mehr; die mikroskopische Beobachtung lehrt aber die Haltlosigkeit der zweiten Ansicht ebenso deutlich wie die der ersten.

Wodurch eigentlich das Fibrin im kreisenden Blute gelöst erhalten werde, oder was diesen Stoff beim Austritte des Plasma aus dem lebenden Körper zur Gerinnung disponire, sind oft aufgeworfene Fragen, die aber noch keineswegs entscheidende Lösungen gefunden haben. Dass der Zutritt der Luft, d. h. des Sauerstoffs, von wesentlichem Einflusse auf die Gerinnung des Fibrins sei, geht aus verschiedenen Thatsachen hervor; allein ob dieses die einzige Ursache der Gerinnung sei, ist noch zu bezweifeln, da diese z. B. auch vor sich geht in Gefässen des lebenden Organismus, sobald die Blutflüssigkeit darin nicht mehr kreist. Chemisch lässt sich diese Frage aber um so weniger beantworten, da wir nur das Product jenes Processes kennen; zu dessen Beurtheilung ist ja aber wesentlich nothwendig,

dass wir nicht bloss das Ende, sondern auch den Anfang, d. h. den ursprünglich im Blute gelösten Stoff kennen. Wir sollten daher jetzt eigentlich nur sagen: Im Blute der Wirbelthiere ist ein Stoff aufgelöst, welcher bei seiner Umwandlung einen im Blutwasser nicht löslichen Stoff erzeugt, den wir Fibrin nennen.

Die früher verbreitete Ansicht, dass der Faserstoff im Blute durch Alkalien und Alkalisalze gelöst erhalten und die Gerinnung nur dadurch bewerkstelligt werde, dass die Kohlensäure der Luft jene Verbindung von Fibrin mit Alkali zerlege, ist von *Nasse* [1]) hinlänglich widerlegt worden, zumal da kohlensäurereiches Blut weit langsamer gerinnt und andrerseits kohlensaure Alkalien die Gerinnung des Fibrins verlangsamen, ja sogar ganz verhindern können. Wollen wir durchaus eine Deutung jener Erscheinung versuchen, so müssen wir uns mit einer auf Analogie begründeten Fiction begnügen. Wir können uns nämlich vorstellen, dass der gerade in Umwandlung begriffene Eiweissstoff des Blutes durch die geringste Menge Sauerstoff zur Umwandlung und zum Unlöslichwerden disponirt wird, gleich wie der Traubensaft nach *Gay Lussac's* Versuchen durch die geringste Menge Oxygen in weinige Gährung übergeführt wird. Wenn aber ein so verdienter Forscher, wie *Nasse*, den Process zwar für chemisch, den Stoff aber, der die Umwandlung erleidet, für belebt erklärt, so müssen wir uns gegen eine solche Fiction verwahren; denn abgesehen davon, dass der Process, wenn er chemisch ist, eben eine chemische Erklärung verlangt, so scheint es uns allen bisher vom Leben gehegten Begriffen zu widersprechen, einem einfachen organischen Stoffe Leben beizulegen.

Das spontan geronnene Fibrin ist im feuchten Zustande eine gelbliche undurchsichtige, fasrige Masse, welche beim Trocknen hart und spröd wird; sie ist ohne Geruch und Geschmack, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich; war sie getrocknet, so quillt sie im Wasser nur auf und wird wieder weich und biegsam; Wasserstoffhyperoxyd wird von ihr leicht zersetzt, in Essigsäure und Alkalien löst sie sich leichter als viele andre Proteïnverbindungen; an der Luft zersetzt sie sich leicht und geht in Fäulniss über, wobei sie, wenn Wasser genug vorhanden ist, sich darin auflöst und in eine in der Hitze wie Eiweiss gerinnbare Substanz übergeht; sie zieht dabei viel Sauerstoff an, entwickelt allmälig Ammoniak, Kohlensäure, Buttersäure, Schwefelwasserstoff und hinterlässt hauptsächlich Leucin und Tyrosin (*Scherer* [2]), *Marchand* [3]), *Wurtz* [4]), *Bopp* [5]). Man behauptet gewöhnlich,

[1]) *Nasse*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 1. S. 109 ff.
[2]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40. S. 35.
[3]) *Marchand*, Lehrb. d. physiol. Ch. S. 69.
[4]) *Wurtz*, Ann. de Chim. et de Pharm. T. 11. p. 258.
[5]) *Bopp*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69. S. 16—37.

dass das spontan geronnene Fibrin in gewissen Alkalisalzlösungen aufgelöst werden könne; man würde aber sehr irren, wenn man eine so erhaltene Flüssigkeit für eine einfache Auflösung hielte; denn es bedarf zu dieser Auflösung des Fibrins in Salzwasser nicht nur längerer Zeit, als sonst zur Auflösung einer einfachen Substanz in einem indifferenten Menstruum erfordert wird, sondern auch eines höhern Temperaturgrades; die Salzlösung muss immer eine oder mehrere Stunden lang bei einer der Brutwärme nahen Temperatur (zwischen 30 und 40°) erhalten werden, ehe sich eine erhebliche Menge Fibrin auflöst. Das Fibrin darf ferner nicht zu lange der atmosphärischen Luft exponirt gewesen sein, wenn man dessen Lösung erzielen will. *Denis* [1]), der zuerst diese Löslichkeit des Fibrins beobachtete, *Scherer* [2]) und *Polli* [3]) wendeten zu diesem Zwecke eine Auflösung von 3 Th. Salpeter in 50 Th. Wasser an, *Zimmermann* [4]) hat jedoch gezeigt, dass auch Lösungen von schwefelsauren, phosphorsauren, kohlensauren, essigsauren Alkalien, sowie Chlor-, Brom- und Jodalkalien hierzu verwendet werden können. Die so erzielte Lösung, welche nie vollkommen ist, sondern stets ungelöste Theile enthält, die abfiltrirt werden müssen, ist schleimig und gerinnt bei ungefähr 73° in Form von Flocken; diese Lösung unterscheidet sich von der des Eiweisses dadurch, dass sie von Essigsäure stark präcipitirt wird (was beim Eiweiss bei vorsichtiger Neutralisation nur in geringem Grade der Fall ist); durch Aether wird sie aber nicht coagulirt; sie ist also auch von dem natürlich gelösten, fibrinbildenden Stoff verschieden. Ist das Fibrin lange genug digerirt worden, so wird die Auflösung durch Verdünnung mit Wasser nicht mehr getrübt, wie diess nach kurzer Digestion der Fall ist. Bei mittlerer Temperatur bleibt die klare Lösung an der Luft lange unverändert, und scheidet erst unter Sauerstoffabsorption feste Theilchen aus, wenn sie in Fäulniss übergegangen ist (Vibrionen zeigt).

Scherer glaubte gefunden zu haben, dass Faserstoff aus arteriellem Blute oder aus Venenblute bei Entzündungskrankheiten von Salzlösungen nicht in jene eiweissartige Materie verwandelt werde. *Zimmermann* hat dem widersprochen; der Gegenstand ist indessen noch nicht völlig erforscht; meinen Versuchen nach verliert der Faserstoff aus venösem Rindsblute jene Eigenschaften sehr bald, während der aus arteriellem Blute dieses Thiers sich in Salpeterwas-

---

[1]) *Denis*, Arch. de Médèc. 1838. Févr.
[2]) *Scherer* a. a. O.
[3]) *Polli*, Ann. univ. di med. 1839. Apr. p. 25—33.
[4]) *Zimmermann*, Casper's Wochenschr. Nr. 30. 1843.

ser gar nicht löst; bei Menschen habe ich das Fibrin, sei es aus venösem oder arteriellem oder entzündlichem Blute entlehnt, löslich gefunden, mit Ausnahme von ein paar Fällen entzündlichen Blutes; Schweinsblutfibrin arterielles wie venöses löste sich ebenfalls gut und besonders schnell in Salpeterwasser auf.

Das gekochte Fibrin hat fast alle Eigenschaften mit dem geronnenen Eiweiss gemein, so dass es von diesem kaum unterschieden werden kann. Das specifische Gewicht des trocknen mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirten Fibrins fand *C. Schmidt*[1]) nach Abrechnung des Einflusses der Aschenbestandtheile = 1,2678. Solches Fibrin hat durch den Einfluss der Hitze die Fähigkeit verloren, das Wasserstoffhyperoxyd zu zersetzen und sich durch Digestion mit Alkalisalzlösungen in einen löslichen eiweissähnlichen Stoff zu verwandeln. Gegen Säuren und Alkalien verhält es sich ganz wie geronnenes Albumin; in Alkalien ist es löslich und vermag damit Verbindungen einzugehen, die ohne Reaction auf Pflanzenfarben sind; mit Säuren bildet es ebenfalls Verbindungen, welche in saurem Wasser unlöslich sind, in reinem Wasser sich aber leicht auflösen; von concentrirter Salzsäure wird es indigblau gefärbt. Durch anhaltendes Kochen mit Wasser zerfällt es in eine lösliche und eine unlösliche Verbindung, von denen *Mulder*[2]) die erstere Proteïntritoxyd, die letztere Proteïndeutoxyd genannt hat. Bei seiner Zersetzung durch Chromsäure oder Braunstein und Schwefelsäure liefert es mehr Buttersäure als alle andern Proteïnverbindungen und deren Derivate; es gibt aber weniger Essigsäure und Benzoësäure als Albumin, mehr jedoch, als der Leim von diesen beiden Säuren erzeugt (*Guckelberger*[3]).

Zusammensetzung. Ehe wir die chemische Constitution eines Körpers in Betracht ziehen können, ist es immer nothwendig zu fragen, ob wir es mit einem reinen einfachen Körper, mit einer chemischen Verbindung oder vielleicht mit einer aus mehrern gemengten Substanz zu thun haben. Zu dieser Frage sind wir gerade beim Fibrin mehr als bei irgend einer andern Thiersubstanz berechtigt; denn sowohl die mikroskopisch-mechanische Untersuchung, als mehrere chemische Erfahrungen deuten darauf hin, dass wir in dem gewöhnlich sogenannten, gereinigten Faserstoffe keine chemisch einfache Substanz vor uns haben. Man möge den Faserstoff aus dem Blute oder aus der Lymphe ausscheiden, wie man will: immer werden ihm heterogene

[1]) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 156—167.
[2]) *Mulder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 47. S. 300—328.
[3]) *Guckelberger* a. a. O.

morphologische Elemente beigemengt sein; zu diesen gehören hauptsächlich die farblosen Blutkörperchen sowie die sogenannten Faserstoffschollen, denen sich noch Molecularkörnchen verschiedener Art und gewöhnlich selbst Blutfarbstoff beigesellen; man untersuche nur geronnenes und vollkommen ausgewaschenes Fibrin unter dem Mikroskop und man wird sich leicht überzeugen, dass man weit davon entfernt ist, eine homogene Masse vor sich zu haben. Eine chemische Thatsache ist es, dass das reine Fibrin selbst das des Schweines, welches sich so leicht in Salzwasser auflöst, niemals vollständig gelöst wird, sondern stets eine Menge unlöslicher Flocken zurücklässt. Ist auch *Bouchardat's* [1]) Zerlegung des Fibrins in eine Epidermose und Albuminose irrthümlich, wie *Dumas* und *Cahours* [2]), so wie *Mulder* [3]) dargethan haben, so geht doch aus den *Mulder*'schen Versuchen hervor, dass im Faserstoff mehr als eine Substanz verborgen sein müsse; dafür spricht auch die oben erwähnte Verschiedenheit des Fibrins bei verschiedenen Thierclassen, so wie die verschiedene Beschaffenheit des Fibrins in Krankheiten (Molecularfibrin *Zimmermann* [4]), Parafibrin und Bradyfibrin, *Polli* [5]). Der Hauptbeweis gegen die Einfachheit des Fibrins bleibt aber die mikroskopische Untersuchung.

Wenn wir daher auf die elementare Zusammensetzung dieses Stoffs übergehen, so müssen wir dabei immer dessen eingedenk sein, dass das Resultat der Analysen sich auf einen gemengten Stoff bezieht.

Wir begnügen uns daher auch hier, um nur eine Vorstellung von der Proportion der Elemente im Faserstoff zu geben, die Resultate der Analysen von *Scherer* und von *Mulder* anzuführen.

	Scherer	*Mulder*
Kohlenstoff	53,571	52,7
Wasserstoff	6,895	6,9
Stickstoff	15,720	15,4
Sauerstoff	22,814	23,5
Schwefel		1,2
Phosphor		0,3
	100,000	100,000

[1]) *Bouchardat*, Compt. rend. 1842. p. 962.

[2]) *Dumas* und *Cahours*, ebendas. p. 995.

[3]) *Mulder*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 47. S. 303–305.

[4]) *Zimmermann*, Zur Analysis und Synthesis der pseudoplast. Processe. Berlin 1844. S. 110 ff.

[5]) *Polli*, Gazeta med. di Milano. 1844. p. 118.

Rüling[1]) fand im Fibrin aus Rindsblute = 1,319%, *Verdeil*[1]) = 1,593% Schwefel. Die meisten neuern Elementaranalysen des Fibrins stimmen darin überein, dass es ein Unbedeutendes Sauerstoff mehr enthält, als das Albumin; *Mulder* hält es daher für eine höhere Oxydationsstufe seines hypothetischen Proteïns, verbunden mit Sulphamid und Phosphamid, so dass er ihm die hypothetische Formel gibt: $(C_{36} H_{25} N_4 O_{11} . 2HO) + H_2 NS + H_2 NP$. Dem Fibrin hängen immer Fette an, die jedoch noch nicht genau untersucht sind, aber hauptsächlich aus Ammoniak- und Kalkseifen zu bestehen scheinen (*Berzelius*[2]), *Virchow*[3]). Dieser Fettgehalt beträgt etwa 2,6% vom trocknen Fibrin.

Gleich allen Proteïnverbindungen enthält das Fibrin auch Mineralstoffe und unter diesen hauptsächlich phosphorsauren Kalk. *Mulder* fand darin 1,7%, *Virchow* nur 0,66% dieses Kalksalzes gemengt mit etwas kohlensaurem Kalk.

Verbindungen. *Faserstoffproteïn*, *Proteïndeutoxyd*, nach Mulder's Hypothese entsprechend der Formel: $6 (C_{36} H_{25} N_4 O_{11} . 2 HO) + S_2 O_2$ zusammengesetzt, findet sich nach *Mulder*[4]) in den meisten thierischen Flüssigkeiten in grösserer oder geringerer Menge meist als Begleiter des Fibrins; es wird entweder ganz auf dieselbe Weise aus dem gekochten Fibrin oder Vitellin erhalten, wie das Eiweissproteïn aus dem Albumin, aber auch durch längeres Kochen des Fibrins mit Wasser an der Luft; ferner durch Behandlung von Haaren oder Horn mit Kalilauge, Filtriren der gekochten Flüssigkeit und Präcipitation mit Essigsäure oder Salzsäure. Durch wiederholtes Auflösen in Aetzkali und Fällen mit Essigsäure wird es gereinigt.

Dieser Körper bildet einen hellgelben, klumpigen, zähen Niederschlag, der beim Trocknen an der Luft zu einer schwarzgrünen, glänzenden, harzartigen Masse zusammenfliesst; beim Zerreiben bildet er ein dunkelgelbes Pulver; in warmem Wasser wird er sehr klebrig und lässt sich in lange seidenglänzende Bänder und Fäden ziehen; Wasser macht er beim Sieden nur etwas trüb, in Alkohol und Aether völlig unlöslich; in verdünnter Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren löslich; Salpetersäure färbt ihn bei weitem nicht so gelb, wie andere eiweissartige Stoffe; seine Auflösung in Säuren wird durch gelbes und

---

[1]) *Rüling* und *Verdeil*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 58. S. 312 u. 318.

[2]) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 88.

[3]) *Virchow*, Zeitschr f. rat. Med. Bd. 4. S. 269 ff.

[4]) *Mulder*, Untersuch. übers. v. Völcker. H. 2. S. 253.

rothes Blutlaugensalz, durch Gerbsäure und essigsaures Bleioxyd gefällt; in Alkalien ist es leicht löslich und daraus durch Säuren fällbar; beim Erhitzen schmilzt es und verkohlt unter Entwicklung hornartigen Geruchs.

Darstellung. Um die natürliche Lösung der fibringebenden Substanz zu erhalten, bedient man sich gewöhnlich des von *Joh. Müller* zuerst eingeschlagenen Verfahrens, indem man Froschblut mit Zuckerwasser (1 Th. Zucker auf 200 Th. Wasser) verdünnt und filtrirt.

Um das Froschblut zu diesem Zwecke zu gewinnen, durchschneidet man deren beide Oberschenkel und lässt das Blut, dem sich viele Lymphe beimengt, in Zuckerwasser fliessen; letzteres verdünnt nicht nur den Liquor sanguinis, sondern verzögert auch die Gerinnung des Fibrins; die Blutkörperchen des Frosches sind bekanntlich, wie die der meisten andern Amphibien, viel grösser, als die der Säugethiere und Vögel und gehen daher weniger leicht durchs Filter.

Aus menschlichem Blute, dessen Körperchen die Eigenschaft haben, sich sehr schnell zu senken, kann man oft nicht geringe Mengen der natürlichen Fibrinlösung erhalten, indem man die über den Blutkörperchen stehende, nur sehr langsam gerinnende Flüssigkeit abgiesst.

Um die Gerinnung des Faserstoffs unter dem Mikroskop zu betrachten, braucht man nur einen Tropfen frischen Blutes auf den Objectträger unter das Deckplättchen zu bringen; wegen der Masse der rothen Körperchen ist indessen hier die Gerinnung nicht so schön zu beobachten, als wenn man einen Tropfen Flüssigkeit von der Oberfläche solchen Blutes verwendet, in welchem bei schnellem Senkungsvermögen der rothen Körperchen sich diese bereits vom Niveau etwas entfernt haben.

Zur Bereitung des spontan geronnenen und endlich des gekochten Fibrins wird der Blutkuchen in feine Stückchen geschnitten und dann mit Wasser ausgewaschen, bis er vollkommen weiss erscheint; er lässt sich so erhalten leichter auswaschen als aus geschlagenem Blute. Das Schlagen des Blutes besteht darin, dass man das frisch aus der Ader fliessende Blut entweder in einer Flasche mit Schrotkörnern schüttelt oder mit feinen Ruthen oder Stäbchen stark umrührt; die Blutkörperchen bleiben im Serum suspendirt; der Faserstoff scheidet sich in feinen aber dichten Flocken aus; die von diesen eingeschlossenen Blutkörperchen sind aber wegen der grössern Dichtheit der kleinen Coagula schwerer durch Auswaschen zu entfernen und daher so gewonnener Faserstoff schwerer hämatinfrei zu erhalten, als der aus dem

Blutkuchen bereitete. Zu möglichst vollkommenem Auswaschen ist das Fibrin mit Wasser erst vielfach auszukneten und dann in einem sackförmig gefalteten Leinwandstück in Wasser zu hängen, wobei die Salze und der Farbstoff sich allmälig lösen und die dadurch schwerer gewordenen Flüssigkeitstheilchen im Gefässe nach dem Boden hinabsteigen, während an deren Stelle reines Wasser tritt.

Um den gekochten Faserstoff möglichst rein zu gewinnen, muss man ihn nach dem Kochen mit Wasser trocknen, pulverisiren und zur Entfernung der Reste von Blutpigment mit schwefelsäurehaltigem Alkohol, dann mit reinem Alkohol und endlich zur Entfernung des Fettes mit Aether extrahiren.

Prüfung. Es dürfte nur selten der Fall vorkommen, wo die Frage aufgeworfen werden könnte, ob der aus einer thierischen Flüssigkeit sich ausscheidende Stoff Faserstoff ist oder nicht; so gerinnt z. B. das die Organe der Insekten umgebende Plasma an der Luft; man kann diesen Stoff vielleicht auch Faserstoff nennen, allein identisch mit dem Faserstoff der Wirbelthiere ist er durchaus nicht; er scheidet sich erstens unter dem Mikroskop nicht in Fäden aus und ist auch in Salzlösungen, sogar in kohlensauren Alkalien unlöslich. Aus pathologischen Flüssigkeiten scheidet sich, wenn dieselben an die Luft kommen, zuweilen ein Sediment aus; die Form der Gerinnung, sowie die mikroskopische Textur des Sediments muss darüber Aufschluss geben, ob das Ausgeschiedene Faserstoff ist oder nicht; auch kann man zur weitern Untersuchung noch Salze anwenden. In sehr vielen solcher Fälle ist das Ausgeschiedene aber durchaus kein Fibrin; oft sind es andere albuminöse Producte, die unter dem Mikroskop sich als Klümpchen oder Molecularkörnchen und chemisch durch ihre Reaction gegen Salpetersäure, Salzsäure u. dergl. zu erkennen geben; oft sind es fettige oder erdige Materien, welche durch bekannte Mittel leicht vom eigentlichen Faserstoff zu unterscheiden sind.

Bereits geronnenen Faserstoff von andern Proteïnverbindungen zu unterscheiden, ist oft ganz unmöglich; ist es daher durchaus nicht zu rechtfertigen, wenn man jede feste unlösliche Masse in einem Exsudate für Faserstoff erklärt; hier ist der Faserstoff bereits in Organisation übergegangen und er zeigt dann unter dem Mikroskop Gewebselemente; oder man findet eine unorganisirte, amorphe Masse; diese ist in der Regel kein Faserstoff, sie kann aus dem Faserstoff hervorgegangen sein, allein sie zeigt, wie z. B. die Tuberkelablagerungen, keine Eigenschaft des Faserstoffs mehr, die nicht allen Proteïnverbin-

dungen zukäme. An quantitative Analysen ist bei solchen Bestimmungen aus verschiedenen leicht einzusehenden Gründen in der Regel nicht zu denken. Es ist daher wenigstens unchemisch, wenn die pathologischen Anatomen jedes nicht organisirte Exsudat gleich Faserstoff nennen; wir werden aber auch nicht eher die chemischen Unterlagen jener Exsudate unterscheiden lernen, als bis die innere Constitution der sog. Proteïnverbindungen chemischer Seits genügend erforscht ist.

Was die quantitative Bestimmung des Faserstoffs in thierischen Flüssigkeiten betrifft, so ist diese vielleicht häufiger als die eines andern organischen Stoffs ausgeführt worden: allein trotzdem existirt noch keine Methode, welche den Forderungen einer guten Analyse entspricht. Der Faserstoff wird gewöhnlich durch Auspressen und Auswaschen des Blutes oder häufiger noch durch Quirlen oder Schlagen des noch ungeronnenen Blutes, Trocknen und Wägen quantitativ bestimmt. Im erstern Falle müssen trotz des sorgfältigsten Auswaschens die Umhüllungshäutchen und vermeintlichen Kerne der rothen Blutkörperchen dem Coagulum beigemengt bleiben; auch findet bei solcher Behandlung des Blutkuchens aus technischen Gründen leicht Verlust an Fibrin statt; man hat daher meistens die zweite Methode vorgezogen. Wir haben aber schon oben gesehen, dass auch dem durch Schlagen gewonnenen Faserstoffe immer Rudimente einiger gefärbten und die meisten farblosen Blutkörperchen beigemengt sind; ja es ist Thatsache, dass der durch Schlagen erhaltene Faserstoff sich weit schwieriger auswaschen lässt, als der aus dem Blutkuchen erhaltene, weit lockrere; jener röthet sich meistens an der Luft wieder etwas und geht oft genug früher in Fäulniss über, ehe er von allen löslichen Substanzen befreit ist. Der bei quantitativen Analysen des Bluts und der Lymphe bestimmte Faserstoff ist nie oder selten von dem ihm hartnäckig anhängenden Fett befreit worden. Ferner scheidet sich auch in manchen Krankheiten so wie bei gewissen Thieren beim Rühren des Bluts ein flockiger Faserstoff ab, von dem beim Aussüssen mehr oder weniger mit durch's Filter geht.

Wäre der ausgeschiedene Faserstoff immer von gleicher Consistenz, bestände in jedem Blute ein und dasselbe Verhältniss zwischen Fibrin, Fett und farblosen Körperchen, so könnten wir die Analysen verschiedenen Bluts rücksichtlich des Faserstoffs immerhin für vergleichsfähig halten; allein wir wissen, wie äusserst variabel selbst unter rein physiologischen Verhältnissen die Mengen der im Blute suspendirten Lymphkörperchen sind und können desshalb z. B. die Ana-

lysen des Bluts nach wiederholten Aderlässen (wo das Blut immer sehr viel farblose Körperchen enthält) nicht in stricten Vergleich stellen mit denen eines durch Aderlässe noch nicht modificirten Blutes.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Jener Stoff, der beim Gerinnen das Fibrin bildet, findet sich hauptsächlich im Blute, in der Lymphe und im Chylus.

Seine Menge im normalen *Blute* der Venen erreicht kaum 0,3%, nach den meisten Beobachtern schwankt sie zwischen 0,19 und 0,28%. *Scherer* [1]) fand im Blute gesunder Männer 0,203 bis 0,263%. Dieser Stoff erhält aber gerade dadurch eine höhere Bedeutung, dass seine Menge unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen grössern Schwankungen ausgesetzt ist, als die irgend eines andern Blutbestandtheils. Schon das Blut *verschiedener Gefässe* enthält verschiedene Mengen Faserstoff, obgleich die Frage, ob das venöse oder arterielle Blut mehr davon enthalte, noch unentschieden ist; das Pfortaderblut enthält wenigstens eine weit geringere Quantität Fibrin als das der Jugularvenen; nach *Schmid's* [2]) zahlreichen Untersuchungen ist in ersterem dreimal weniger enthalten als in letzterem. Nach einigen Versuchen *Zimmermann's* [3]) führen die vom Herzen entfernteren Venen ein faserstoffreicheres Blut, als die jenem näher gelegenen.

Das *Geschlecht* scheint im Betreff des Faserstoffgehaltes im Blute keine Differenz zu machen, wohl aber das *Lebensalter* und die *Schwangerschaft*. Nach *Nasse's* und den neuern Erfahrungen *Poggiale's* [4]) enthält das Blut Neugeborner weniger Fibrin, als das Erwachsener, besonders soll in der Pubertätsperiode eine Vermehrung jenes Stoffs zu bemerken sein. In der Schwangerschaft steigt die Menge des Fibrins nach *Andral* und *Gavarret* hauptsächlich in den drei letzten Monaten. Bei *animalischer Kost* fand ich in meinem Blute mehr Fibrin, als bei *vegetabilischer;* eine ähnliche Erfahrung hat *Nasse* [5]) an Hunden gemacht. Von verschiedenen Seiten ist ferner *Nasse's* Beobachtung bestätigt worden, dass bei andauerndem *Hungern* der Fibringehalt des Blutes vermehrt werde.

---

[1]) *Scherer,* Heller's Arch. Bd. 10, S. 50.
[2]) *Schmid,* ebend. Bd. 4, S. 97—132.
[3]) *Zimmermann,* Arch. f. phys. Hlk. Bd. 6, S. 586—600.
[4]) *Poggiale,* Compt. rend. T. 25, p. 198—201.
[5]) *Nasse,* Wörterb. d. Physiol. Bd. 1, S. 148.

Nasse[1]) sowohl als *Poggiale*[2]) haben übereinstimmend gefunden, dass das Blut *pflanzenfressender Thiere* im Allgemeinen mehr Fibrin enthält, als das *fleischfressender* (Hunde und Katzen), und das der *Vögel* wieder mehr als das der Herbivoren.

Sehr zahlreich und ziemlich übereinstimmend sind die Resultate der quantitativen Bestimmungen des Faserstoffs im Blute bei gewissen *Krankheiten*. Am constantesten und bedeutendsten wird die Zahl des Fibrins im Blute vermehrt bei Entzündungskrankheiten und besonders im acuten Gelenkrheumatismus; man hat im letztern die Menge desselben auf 1,18% und in Pneumonien auf 1,01% steigen sehen.

Bemerkenswerth ist übrigens, dass fieberlose Entzündungen ebensowenig als blosse Fieber ohne Entzündung eine Erhöhung des Faserstoffgehaltes des Bluts bedingen.

In andern Krankheiten scheint eine Vermehrung des Faserstoffs nur bei entzündlicher Complication vorzukommen, z. B. Chlorose, Typhus, Tuberculose, Bright'scher Krankheit und Carcinom; bei letzterm scheinen jedoch einige Beobachtungen von *Popp* und *Heller* auch ohne entzündliches Fieber eine erhebliche Faserstoffzunahme auszuweisen.

Eine Verminderung des Faserstoffs ist als constant in keiner Krankheit mit Sicherheit nachgewiesen worden; wo man eine Verringerung der Faserstoffzahl fand, war diese immer nur unbedeutend.

Freilich hat man in den Krankheiten, wo muthmasslich eine Verminderung des Faserstoffs constanter vorkommen mag, auch nur selten Gelegenheit gehabt, das Blut zu analysiren.

In der Lymphe des Menschen fanden *Marchand* und *Colberg*[3]) 0,052%, in der des Pferdes *Geiger* und *Schlossberger*[4]) 0,04% Fibrin.

Im Chylus eines Pferdes fand *Simon* 0,075%, und *Nasse* in dem einer Katze 0,13% Fibrin.

Der Faserstoff in den *Muskeln* ist keineswegs vollkommen identisch mit dem spontan geronnenen Faserstoff; er ist ebenfalls eine der vielen Species, die man unter dem Geschlechtsnamen Fibrin begreift.

Ueber diesen Muskelfaserstoff werden wir ausführlicher in der chemischen Geweblehre sprechen; denn um sein Verhalten richtig zu beurtheilen, müssen wir genauer auf die histologischen Elemente des Muskelgewebes eingehen.

Was von den Behauptungen über den vermeintlich in Geweben oder Exsudaten abgelagerten geronnenen Faserstoff zu halten ist, geht

---

[1]) *Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd 28, S. 146 ff.

[2]) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25, p. 109—113.

[3]) *Marchand* und *Colberg*, Pogg. Ann. Bd. 43, S. 625—628.

[4]) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. phys. Heilk. Bd. 5, S. 392—396.

aus dem genügend hervor, was wir oben über die Erkennungsweise des Faserstoffs gesagt haben.

Man wird in dieser Darlegung des Fibrins vielleicht eine Kritik der verschiedenen Arten von Faserstoff vermissen, zu deren Annahme hauptsächlich die Untersuchungen pathologischer Flüssigkeiten Veranlassung gegeben haben; wir schweigen aber hier über die Faserstoffschollen *Nasse's*, über Molecularfibrin *Zimmermann's*, über *Rokitansky's* Pseudofibrin, über das von *Virchow* hauptsächlich hervorgehobene sog. Fibrin später Gerinnung, indem wir Discussionen über dasselbe in der eigentlichen Zoochemie für unpasslich halten; denn nur nach vollendeter Zoochemie lässt sich ein Urtheil über diese Gegenstände (in der thierischen Säftelehre) bilden und begründen.

Ursprung. Nach dem ganzen Vorkommen des Faserstoffs ist kaum daran zu zweifeln, dass derselbe erst aus dem Eiweiss hervorgehe, und nicht unmittelbar aus den proteïnführenden Nahrungsmitteln gebildet werde; denn sein Vorkommen im Chylus spricht nicht dagegen, theils deshalb, weil, wie *Henle* nachgewiesen, das Fibrin demselben von Lymphe und Blutgefässen zugeführt werden kann, theils weil, wie ich mich überzeugt habe, alle Säfte des Thierkörpers neben freier Kohlensäure auch freien Sauerstoff enthalten. Man glaubte daher früher sehr bald die Entstehung des Fibrins aus dem Albumin errathen zu haben; da nämlich nach der ältern Bestimmung von *Mulder* das Fibrin um die Hälfte weniger Schwefel enthielt, als das Serumalbumin, so schien nichts einfacher als anzunehmen: der durch die Respiration dem Blute zugeführte Sauerstoff verwandle die Hälfte des Schwefels vom Eiweiss in Schwefelsäure, und diese verbinde sich mit dem Alkali desselben, so dass nun Fibrin daraus hervorgehe. Solche und ähnliche Ansichten sind durch die neuern Analysen des Albumins und Fibrins unhaltbar geworden. Will man jetzt durchaus eine Hypothese über die Genesis des Faserstoffs aufstellen, so kann man sich nur an das geringe Plus von Sauerstoff halten, welches sich im Fibrin dem Albumin gegenüber vorfindet. Bei der Deutung dieser Thatsache ist man aber, namentlich im Bezug auf die Vermehrung des Faserstoffs in Entzündungen, in einen argen Irrthum verfallen. Man schloss nämlich folgendermassen: wissen wir auch nicht, wie der Sauerstoff auf das Albumin übergeht, um Fibrin zu bilden, so ist es doch unbestreitbar, dass es durch einen Oxydations- oder Verwesungsprocess entsteht; man schloss aber fälschlich weiter, dass die Vermehrung des Fibrins in Entzündungen von einem rapidern Oxydationsprocesse abhängig und daher die Entzündung nichts weiter als eben ein wirklicher Verbrennungsprocess sei. Diese von Chemikern aufgestellte Hypothese

wurde lange Zeit von vielen Aerzten gläubig nachgebetet, ehe man anfing, einige bescheidene Zweifel an der Richtigkeit derselben zu hegen. Chemischen Principien nach könnte freilich reichlicherer Sauerstoffzutritt Ursache der Fibrinvermehrung sein; allein eben dieser ist durchaus nicht erwiesen; denn wie wäre es sonst möglich, dass in der Pneumonie, wo ein grösserer oder geringerer Theil der Lunge hepatisirt, d. h. impermeabel für Gase geworden ist, eine grössere Menge von Fibrin im Blute gefunden würde, als in jeder andern Entzündung? Man hat sich zwar später auf die grössere Frequenz der Athemzüge berufen, allein abgesehen davon, dass dann in Entzündungen andrer Theile die Zahl des Faserstoffs wenigstens dieselbe Höhe erreichen müsste, wie in der Pneumonie: so wissen wir ja, dass das Fieber an sich trotz der oft bedeutend vermehrten Frequenz der Athemzüge keineswegs eine Vermehrung des Fibrins bedingt. Die physiologischen Thatsachen führen uns aber gerade zu der entgegengesetzten Hypothese: *die Vermehrung des Faserstoffs im entzündlichen Blute ist von einer Verminderung der Zufuhr des Sauerstoffs abzuleiten.* Die zwar häufigern, aber kürzern und oberflächlichern Athemzüge, wie sie nur bei fieberhaften Entzündungen (nicht bei fieberlosen) vorkommen, reichen gerade nur aus, um dem Blute soviel Sauerstoff zuzuführen, dass derselbe gewisse Stoffe zwar bis zu Fibrin, aber nicht weiter zu oxydiren vermag; darum steigt auch der Faserstoffgehalt in der Pneumonie und Pleuritis am höchsten, darum finden wir das Blut in derselben Krankheit am reichsten an Kohlensäure, da dieselbe eben so sparsam durch die Lungen ausgeschieden, als Sauerstoff aufgenommen wird. Diese Ansicht werden wir um so begründeter finden, je mehr wir die physiologische Geltung des Faserstoffs in's Auge fassen.

Nutzen. Die Ausdrücke: progressive und regressive Stoffmetamorphose, über deren Werth wir uns schon oben (S. 29) ausgesprochen haben, sind es, welche zu einem weitläufigen Streite über die physiologische Geltung des Faserstoffs geführt haben. Man hat von der einen Seite her mit Recht hervorgehoben, dass dieser Stoff zur Bildung der Gewebe nothwendig sein müsse, da in der Regel nur faserstoffige Exsudate organisationsfähig sind; von der andern Seite machte man dagegen hauptsächlich die Erfahrung geltend, dass eine Vermehrung des Fibrins gerade mit den Zuständen zusammenfällt, in welchen Ernährung und Reproduction am meisten beeinträchtigt sind, so wie auch die unbestreitbare Thatsache, dass Faserstoff dann im Blute vermehrt gefunden wird, wenn zuviel eiweissartige Stoffe genossen worden sind,

als dass dieselben sämmtlich zum Ersatz untauglich gewordener Gewebstheile verwendet werden könnten. Wir halten es für überflüssig, ausführlicher auf das Pro und Contra beider Meinungen einzugehen; das Verhältniss der Sache ist einfach dieses: es steht ziemlich fest, dass der Faserstoff sich durch einen Oxydationsprocess aus eiweissartigen Stoffen herausbildet; nun wissen wir aber, dass fast alle Gewebe ohne Ausnahme sauerstoffreichere Körper sind, als Faserstoff, und andrerseits, dass die untauglich gewordenen Gewebstheile ebensowohl als die überschüssigen Nährstoffe nur durch Oxydation excernirbar gemacht, d. h. in die gewöhnlichen Excretionsstoffe umgewandelt werden. Es ist daher am einfachsten, den Faserstoff als Uebergangsglied zu betrachten. Soll nämlich ein eiweissartiger Körper im thierischen Organismus höher oxydirt werden, so kann er die Uebergangsstufe, welche eben der Faserstoff darstellt, nicht gänzlich überspringen, wenn auch dessen Bildung und Vermehrung nicht immer augenfällig wird. Ein analoges Beispiel aus der reinen Chemie wird diese Ansicht erläutern: wir kennen aus *Liebig's* bekannten Untersuchungen über die Gährung die Mittelglieder, die bei der sauren Gährung sich zwischen Weingeist und Essigsäure bilden; wir wissen, dass durch einen allmäligen Oxydationsprocess sich aus dem Weingeist Aldehyd und Aldehydsäure bilden, ohne dass diese Stoffe zur Erscheinung kommen; ein fast noch analogeres Beispiel bietet uns *Mulder's* schöne Untersuchung über das Mykoderma aceti; die Cellulose desselben kann ebenfalls nur durch einen Oxydationsprocess aus dem Alkohol hervorgegangen sein; auch bei der Bildung dieses Pflanzenzellstoffs muss aus dem Alkohol erst ein aldehydähnlicher, an Sauerstoff ärmerer Körper gebildet werden; Aldehyd mag daher ebensowohl entstehen, wenn Alkohol zu Essigsäure, als wenn derselbe zu Pflanzenzellstoff oxydirt wird. In vollkommen analoger Weise denken wir uns den Faserstoff als Mittelglied der Oxydation des Albumins, möge dieses in Gewebsmasse oder in Ausscheidungsstoffe übergeführt werden. Somit dünken uns die bisherigen Erscheinungen über die chemische Dignität des Faserstoffs keineswegs widersprechend, wenn wir nur nicht die Natur in eine entschiedene Trennung der progressiven und regressiven Stoffmetamorphose einzwängen wollen. Denn nähmen wir die Gewebsbildung als die höchste Staffel des thierischen Stoffwechsels an, so gehörte das Fibrin der aufsteigenden Umwandlung an, insofern es die nächste Grundlage zur Zellen- und Gewebsbildung abgiebt; dagegen muss es der herabsteigenden Metamorphose zugerechnet werden, insofern es in Krankheiten

oder nach dem Genusse überschüssiger eiweissartiger Nährstoffe im Blute vermehrt gefunden wird, um, ohne dass es in Gewebsmasse übergeht, sofort zu den bekannten Excretionsstoffen oxydirt zu werden. Denn man wird doch nicht glauben wollen, dass, wie bei der Stossmaschine der Physiker, viel Faserstoff viel Gewebsmaterie abstosse, um sich an deren Stelle zu setzen. Kurz wir kommen den vorliegenden Thatsachen sicher am nächsten, wenn wir den Faserstoff für eines der gewöhnlichsten Mittelglieder der Umwandlung eiweissartiger Stoffe ansehen.

Wir können nicht umhin, bei der Betrachtung des Faserstoffs noch eines sehr gewöhnlichen Irrthums zu erwähnen, der sich von einer missverstandenen chemischen Thatsache aus in die Pharmakologie eingeschlichen hat. Sehr viele Aerzte glauben nämlich, durch die chemische Erfahrung, dass spontan geronnenes Fibrin in Salpeterwasser gelöst werden könne, sei die antiphlogistische Wirksamkeit des Salpeters erklärt. Lassen wir auch ganz dahingestellt, ob jene Wirksamkeit wirklich erwiesen sei, so ist der Erklärungsgrund doch völlig unhaltbar; denn dass der Salpeter die Bildung des Faserstoffs oder dessen Vermehrung im entzündlichen Blute verhindern könne, wird man aus der Löslichkeit des bereits geronnenen Fibrins in Salpeterwasser wohl schwerlich schliessen wollen. Nach *Scherer* schien der Faserstoff entzündlichen Bluts in Salpeterwasser unlöslich zu sein; wie kann denn also die Salpeterlösung wegen ihrer Lösungskraft, die sie eben für solchen entzündlichen Faserstoff nicht besitzt, gegen Vermehrung des Fibrins im entzündlichen Blute wirken.

Eine wahrscheinlichere Deutung würde es sein, wenn man annähme, die Salpeterlösung verhindere die Gerinnung des fibrinreichen Blutes oder vermöge den bereits geronnenen Faserstoff wieder aufzulösen. Hiergegen spricht aber das einfachste arithmetische Exempel. *Scherer* giebt an, dass zur Lösung von 1,5 Th. Faserstoff etwa 1 Th. Salpeter nothwendig sei; nehmen wir die Menge des Blutes nur zu 20 Medicinalpfunden an, so würden darin, wenn wir nur 0,3% postuliren, nicht weniger als 300 Gran Faserstoff enthalten sein; zu dessen Lösung wären also auf einmal 200 Gran Salpeter nothwendig; die Aerzte geben aber in der Regel aller 2 Stunden ungefähr 10 Gran, so dass in 24 Stunden höchstens 100 bis 120 Gran würden auf den Faserstoff wirken können. Allein selbst bis zu dieser unzureichenden Höhe kann der Salpetergehalt des Blutes nimmermehr steigen, theils weil der Salpeter sich ausserhalb der Blutgefässe auch auf die übrige Säftemasse vertheilt, theils weil derselbe viel zu schnell wieder durch den Harn ausgeschieden wird, als dass er sich im Blute in grösserer Menge ansammeln könnte. Würde aber auch die Möglichkeit einer solchen Wirksamkeit des Salpeters zu erweisen sein, so wäre es doch höchst sonderbar und unerklärlich, warum man andere Salze, z. B. die kohlensauren Alkalien, die doch den Faserstoff viel besser lösen und dessen Gerinnung vollständig verhindern können, niemals zu besonders antiphlogistischen Mitteln gezählt hat.

Bei dieser pharmakologischen Digression können wir nicht unerwähnt lassen, dass, wäre die Entzündung wirklich ein Oxydations- oder Verbrennungs-

process, es eben so wundersam erscheinen müsste, dass man die pflanzensauren Alkalien, die Amylacea und Fette nicht für die besten Antiphlogistica befunden hat. Man wendet zwar den Tartarus emeticus gegen heftige Entzündungen an, allein selbst nach der Rasori'schen Methode gegeben, gelangt so wenig Brennmaterial in das Blut, dass dieses, wie die einfachste Berechnung zeigt, zumal bei der antiphlogistischen Diät ohne allen Belang ist. Wäre die Entzündung ein Verbrennungsprocess, so würde die antiphlogistische Diät gerade das Gegentheil von dem sein müssen, was man gewöhnlich darunter versteht. Uebrigens haben auch directe Versuche an Kranken, denen bei aller Humanität essigsaures Kali und einfachweinsaures Kali in hinreichenden Dosen verordnet werden konnte, weder einen wohlthätigen noch einen nachtheiligen Effect auf den Entzündungsprocess erwiesen. Selbst der rigoröseste Anhänger der chemisch-pathologischen Verbrennungstheorie hätte endlich nicht das Fett in der Emulsion für ein Antiphlogisticum erklären dürfen, da schon längst von *Nasse* und Andern nachgewiesen ist, dass das Fibrin des Entzündungsblutes und das der Crusta inflammatoria fast um das Doppelte mehr Fett enthält als normales, oder will man in dieser Thatsache lieber den Digitus index medicatricis naturae finden, wornach etwa der Faserstoff vor der Einwirkung des Sauerstoffs durch das verbrennliche Fett geschützt werden soll?

Vitellin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieses ist der eiweissartige Körper des Eidotters; es ist dem Eiweiss so ähnlich, dass es noch bis vor Kurzem mit dem Eiereiweiss verwechselt wurde; gleich jenem bildet es eine *lösliche* und eine unlösliche *Modification;* die erstere wird aus der wässrigen Flüssigkeit durch organische Säuren und gewöhnliche Phosphorsäure nicht gefällt, wohl aber durch Schwefelsäure und Salzsäure, bei 60° fängt seine Lösung an zu opalisiren und bei 73 bis 76° scheiden sich kleinere oder grössere Flocken aus. Von dem löslichen Eiweiss unterscheidet es sich nur dadurch, dass es (ohne Zusatz von Essigsäure oder Salzen) beim Erhitzen sogleich Flocken und Klumpen bildet, und dass es durch Blei- und Kupferoxydsalze nicht gefällt wird, dagegen aber durch Aether.

Das *geronnene Vitellin* hat dieselben Eigenschaften wie das geronnene Albumin und die gleichen Modificationen andrer Proteïnverbindungen. Seine Reactionen sollen übrigens mit denen des *Mulder*'schen Proteïndeutoxyds oder Faserstoffproteïns übereinstimmen.

Zusammensetzung. *Dumas*[1]) hat diesen Körper zuerst ana-

[1]) *Dumas,* Compt. rend. T. 25, No. 22.

lysirt und ihn verschieden vom Eiweiss gefunden; nach dieser Analyse, mit welcher auch die später von *Gobley* [1]) angestellte übereinstimmt, würde das Vitellin 3 At. Wasser mehr als das Albumin enthalten; nach *Gobley* enthält es aber auch Phosphor und Schwefel. *Mulder* und besonders *v. Baumhauer* [2]) haben denselben Körper später genauer analysirt, und betrachten ihn als eine Verbindung von Proteïnoxyd mit Sulphamid, so dass seine theoretische Formel der des Fibrins ziemlich gleichen würde. Nach *v. Baumhauer* enthält das Vitellin den Phosphor nur unter der Form von phosphorsaurem Kalk; indessen ist seine Schwefelbestimmung offenbar zu gering ausgefallen, da er diesen Stoff auf nassem Wege bestimmt hat. Der ungefähren Uebersicht halber setzen wir die Zusammensetzung (in den Mittelzahlen) nach *Gobley* und nach *v. Baumhauer* bei.

	Gobley.	*v. Baumhauer.*
Kohlenstoff	52,264	52,72
Wasserstoff	7,249	7,09
Stickstoff	15,061	15,47
Schwefel	1,170	0,42
Phosphor	1,020	—
Sauerstoff	23,236	24,30
	100,000	100,00

Berzelius muthmasst, dass wir es auch hier nicht mit einem einfachen, sondern gemengten Stoffe zu thun haben, wie es leider noch bei den meisten Proteïnverbindungen der Fall ist. Das mit indifferenten Menstruis extrahirte Vitellin enthält 4,043% phosphorsauren Kalk.

Darstellung. Rein d. h. frei von dem Dotterfett und Dotterkügelchen hat man das *lösliche* Vitellin noch gar nicht darstellen können; *Gobley* hat seine Reactionen nur geprüft, indem er Eidotter mit Wasser anrührte und die emulsiven Bestandtheile, so weit dies möglich ist, sich absetzen liess. Im *coagulirten* Zustande kann es bei weitem reiner erhalten werden; gekochtes und zerriebenes Eidotter wird mit Aether, Alkohol und Wasser extrahirt, dann in Essigsäure gelöst und daraus durch Ammoniak gefällt, jedoch so, dass die Flüssigkeit noch hinlänglich sauer bleibt (damit der phosphorsaure Kalk in Lösung bleibe); das gallertartige Präcipitat wird dann getrocknet und mit Wasser und Alkohol extrahirt.

---

[1]) *Gobley*, Journ. de Pharm. et de Ch. T. 11, p. 410—17 et T. XII, p. 5—12.

[2]) *Mulder* und *v. Baumhauer*, Scheik. Onderzoek. D. III, p. 272, oder Arch. der Pharm. Bd. 45, S. 193—220 und Unters. H. 2, S. 80.

Prüfung. Die Methoden, das Vitellin zu erkennen und quantitativ zu bestimmen, sind aus den angeführten Eigenschaften dieses Körpers leicht zu ersehen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Bis jetzt ist das Vitellin nur im Eigelb nachgewiesen worden, der Gehalt des letztern an dieser albuminösen Substanz beträgt nach *Berzelius*[1]) ungefähr 17%, nach *Gobley's* neuester Untersuchung 15,76%. Das Eigelb andrer Thiere als das der Hühner ist noch gar nicht untersucht worden.

Ursprung. Die Entstehung des Vitellins aus Albumin oder Fibrin ist wohl leicht zu begreifen, allein bei der noch zu kärglichen Kenntniss, die wir ebensowohl von dem Albumin und Fibrin als von dem Vitellin haben, lässt sich chemisch diese Metamorphose noch keineswegs nachweisen. Da es jedoch ärmer an Kohlenstoff und etwas reicher an Sauerstoff als Eiweiss ist, so lässt es sich, wie der Faserstoff, als eine der ersten Umwandlungsstufen des Albumins durch Sauerstoff, gewissermassen als nicht spontan gerinnendes Fibrin betrachten.

Nutzen. Auch dieser Körper ergiebt sich nach dem Vorkommen des Vitellins und seiner Analogie mit den andern eiweissartigen Substanzen als ein Nährstoff; ein solcher, der seines Stickstoffgehaltes wegen zur Bildung der thierischen Gewebe verwendet wird. Nach welchen chemischen Gleichungen diese Umwandlungen aber vor sich gehen mögen, ist uns noch gänzlich verborgen; aus der schönen Arbeit von *Baudrimont* und *Martin St. Ange*[2]) lässt sich nur so viel schliessen, dass diese Substanz, um in Gewebsmasse übergehen zu können, einen Theil seines Stickstoffgehaltes verliert und dabei Sauerstoff aufnimmt (vergl. im 2. Th. *Entwicklungsgeschichte*).

Globulin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Dieser Körper, der zuweilen auch *Krystallin* genannt wird, zeigt ebenfalls eine natürlich vorkommende, lösliche Modification und eine durch Kochen entstehende unlösliche. Das *lös-*

[1]) *Berzelius*, Jahrb. d. Ch. Bd. 9, S. 650.

[2]) *Baudrimont* et *Martin St. Ange*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 21, p. 195—257.

liche Globulin bildet, wenn es bei 50° eingetrocknet ist, eine gelbliche, durchscheinende, leicht zerreibliche Masse, die ein schneeweisses Pulver giebt; es ist ohne Geruch und Geschmack, quillt im Wasser gleich dem Eiweiss an und löst sich allmälig unter Hinterlassung weniger Flocken zu einer schleimigen Flüssigkeit auf; durch Alkohol aus dieser Lösung präcipitirt ist es in Wasser unlöslich, aber zum Theil in kochendem Alkohol (gleich dem Caseïn); beim Erkalten scheidet es sich aus dieser Lösung wieder aus. Von Aether wird die wässrige Lösung des Globulins coagulirt. Trocken lässt sich die lösliche Modification bis 100° erhitzen, ohne in die unlösliche überzugehen. Von dem ihm sehr ähnlichen Albumin und Vitellin unterscheidet es sich durch folgende Eigenschaften: seine Lösung opalisirt nämlich nicht eher als bei 73°, wird bei 83° milchig trüb und scheidet sich erst bei 93° als eine globulöse Masse (wenn es noch mit Blutpigment gemengt ist) oder ein milchiges Coagulum aus, welches immer trüb durch das Filter geht, und weder geringe Mengen von Essigsäure noch von Ammoniak machen es in filtrirbaren Flocken gerinnen; nur wenn man neutrale Alkalisalze der Lösung zusetzt und kocht, scheiden sich aus der vollkommen klar werdenden Flüssigkeit Flocken und Klümpchen ab. Besonders characteristisch für das Globulin ist folgendes Verhalten: weder Essigsäure noch Ammoniak bewirken in seiner Lösung eine Fällung, wohl aber wird es sogleich stark getrübt, wenn die mit Essigsäure versetzte Flüssigkeit durch Ammoniak, oder die mit Ammoniak versetzte durch Essigsäure möglichst genau neutralisirt wird. Sein Verhalten gegen blosse Essigsäure ist jedoch ebenfalls von dem des Eiweisses verschieden; durch Zusatz von etwas verdünnter Essigsäure wird nämlich die Globulinlösung opalisirend; bis 50° erhitzt, scheidet sich schon ein milchiges Coagulum aus; die durch wenig Essigsäure getrübte Flüssigkeit wird zwar auf Zusatz von mehr Essigsäure klarer, bleibt jedoch immer opalisirend; diese Flüssigkeit scheidet erst bei 98° ein Coagulum aus; nur bei sehr grossem Essigsäureüberschuss verliert das Globulin seine Gerinnungsfähigkeit in der Hitze. Gegen Mineralsäuren und Metallsalze verhält sich das Globulin ganz wie Eiweiss. Von Kreosot wird es übrigens ebenfalls coagulirt; es ist viel leichter zersetzbar und fäulnissfähig als andre Proteïnverbindungen; schon beim Kochen entwickelt es Ammoniak.

Lecanu hielt diesen Körper für identisch mit Eiweiss, *Simon* gar mit Caseïn; wir würden es mehr dem Vitellin an die Seite stellen, wenn die mit ihm vorgenommenen Elementaranalysen dem nicht widersprächen; es dünkt uns aber überhaupt der Wissenschaft keineswegs förderlich, wenn man ohne bestimmte

Beweise, blos auf einige Reactionen hin, mehrere noch nicht wohl characterisirte Stoffe zusammenwirft; denn eine noch so grosse Anzahl von Thatsachen kann wohl Verwirrung in einzelne Köpfe bringen, der Wissenschaft selbst aber niemals schaden, während durch vorschnelles Vereinfachen und Zusammenwerfen ähnlicher Gegenstände erst Confusion in die Wissenschaft gebracht wird.

Berzelius schrieb dem im Blute mit Hämatin vereinigten Globulin die auffallende Eigenschaft zu, sich zwar in eiweisshaltigem und salzarmem Wasser zu lösen, nicht aber in Wasser, welches grössere Mengen von Alkalisalzen in Lösung enthielte. *Berzelius* irrte, indem er das Sediment von Blutkörperchen, welches er Blutroth nannte, für ein einfaches Gemeng von Globulin und Hämatin ansah; wir werden aber (im 2. Th. „Blut") sehen, dass jenes Blutroth Blutkörperchen sind, die in reinem Wasser aus endosmotischen Gründen sich so aufblähen, dass sie selbst für das Mikroskop kaum sichtbar sind, dass sie aber (wenn zu starke Verdünnung mit Wasser nicht ein Platzen der Blutbläschen herbeigeführt hatte) wieder zum Vorschein kommen, wenn man die sie umspülende Flüssigkeit mit einem Salze versetzt, wodurch diese dichter wird, die Blutkörperchen wieder zusammenschrumpfen, dichter, platt und sichtbar werden.

Am geronnenen Globulin hat man keine Eigenschaften gefunden, durch welche es sich von andern gekochten Proteïnverbindungen unterschiede.

Zusammensetzung. Das Globulin ist weniger noch als das Vitellin analysirt worden; da das im Blute enthaltene vom Hämatin nicht völlig befreit werden kann, so lässt solches keine genaue Analyse zu: *Dumas* [1]) hat indessen das hämatinhaltige analysirt, *Mulder* [2]) dagegen so wie *Rüling* das aus der Krystalllinse.

	Mulder.	*Rüling.*
Kohlenstoff	54,5	54,2
Wasserstoff	6,9	7,1
Stickstoff	16,5	37,5
Sauerstoff	22,1	
Schwefel		1,2
	100,0	100,0

Obgleich *Berzelius* auch in demselben Phosphor neben Schwefel muthmasste, so fand *Mulder* doch nur den letzteren darin und zwar ungefähr zu 0,265%; dieser Schwefel wurde jedoch auf nassem Wege bestimmt; auf trocknem Wege fand ich im Globulin von Kalbskrystallinsen (im Mittel dreier Versuche) = 1,134%, *Rüling* [3]) aber in dem

[1]) *Dumas*, Compt. rend. T. 22, p. 904.
[2]) *Mulder*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 19, S. 189 u. Bullet. d. Néerl. 1839, p. 196.
[3]) *Rüling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 313.

vom Rinde überhaupt = 1,227%. *Mulder* betrachtet jetzt ebenfalls das Globulin als eine Verbindung des hypothetischen Proteïns mit Sulphamid. An unlöslichen Aschenbestandtheilen sind nur sehr wenig im Globulin der Krystalllinse enthalten; ich fand nur 0,241% phosphorsauren Kalk.

In dem Globulin aus Kalbskrystalllinsen fand ich 1,548% auflösliche Salze, welche aus Chlormetallen, schwefelsaurem Natron (30,37% der löslichen Salze) und phosphorsaurem Alkali (= 7,77% der löslichen Salze) bestanden, aber kein kohlensaures Alkali enthielten. Dampfte ich dagegen die vom geronnenen Globulin abfiltrirte Flüssigkeit ein (die neben 92,095% coagulirtem Globulin 7,905% löslichen Rückstand gab), so wurde nach dem Verbrennen dieses Rückstandes eine Asche enthalten, die nur 13,166% phosphorsauren Kalk enthielt; die löslichen Salze aber enthielten sehr viel kohlensaures Alkali (16,71% derselben). Da nun in der Asche des nicht coagulirten Globulins kein kohlensaures Alkali gefunden wurde, so ist hieraus zu schliessen, dass im löslichen Globulin Natron an eine organische Substanz und zwar entweder an Globulin selbst oder an eine organische Säure gebunden war, nach der Zerstörung des Globulins aber dieses freie Alkali mit der aus dem Globulin hervorgegangenen Schwefelsäure verbunden war, und deshalb in der Asche des gesammten Globulins kein kohlensaures Alkali gefunden wurde; waren dagegen die löslichen Salze von dem Globulin durch die Gerinnung des letztern (bei der dasselbe vielleicht gerade wie das Eiweiss beim Gerinnen Alkali verliert) getrennt, so enthielten sie nach dem Verbrennen der mit dem coagulirten Globulin nicht ausgeschiedenen organischen Substanz viel kohlensaures Alkali, weil nämlich hier sich keine Schwefelsäure bildete, von der das kohlensaure Alkali hätte zersetzt werden können. Jenes Alkali, welches in der Asche zu kohlensaurem wird, kann vor dem Gerinnen des Globulins meiner Ansicht nach nicht an dieses (so wie im Eiweiss an Albumin) gebunden gewesen sein, und zwar aus folgendem Grunde: die Lösung des Krystalllinsenglobulins reagirt sehr schwach aber deutlich alkalisch, beim Coaguliren kann man sich leicht von der Entwicklung von Ammoniak überzeugen, und nach demselben reagirt die Flüssigkeit nicht wie beim Eiweiss stärker alkalisch, sondern im Gegentheil sauer; diese Erscheinung lässt sich wohl nicht einfacher erklären als durch die Annahme von *phosphorsaurem Natron-Ammoniak* in der Flüssigkeit; dieses reagirt bekanntlich alkalisch, verliert beim Kochen Ammoniak, und nimmt, indem es sich in saures phosphorsaures Natron verwandelt, saure Reaction an. Wäre nun aber Globulinnatron in jener Flüssigkeit enthalten, so würde keine saure Reaction nach dem Gerinnen eintreten können, denn das vom Globulin getrennte Natron würde das entwichene Ammoniak des Phosphorsalzes ersetzen und es könnte somit keine saure Reaction auftreten. Daher muss jenes Natron, welches in der (übrigens schwefelsäurefreien) Asche des globulinfreien Rückstandes an Kohlensäure gebunden ist, vorher an eine organische Säure gebunden gewesen sein. Wenn wir diese organische Säure, bis dahin, wo eine genauere Untersuchung dieses Gegenstandes ermöglicht ist, für Milchsäure halten, so überlassen wir uns wohl nicht einer zu kühnen Hypothese, da jene Säure wenigstens keine der

bekanntern flüchtigen Säuren des Thierkörpers sein kann. Wir sind leider jetzt noch immer gezwungen, uns durch solche Deductionen hindurchzuwinden, um die Natur der neben thierischen Stoffen in Lösung befindlichen Salze erforschen zu können, da, wie wir weiter unten sehen werden „(*Mineralstoffe des Thierkörpers*)" leider aus den Aschenbestandtheilen nicht viel auf die eigentliche Constitution der natürlich neben den organischen Substanzen vorkommenden Salze zu schliessen ist. Ich muss übrigens bemerken, dass man einige Zeit kochen muss, um jene saure Reaction nach der Gerinnung des Globulins wahrzunehmen.

Darstellung. Das *lösliche Globulin* kann, wie das lösliche Albumin, nicht in völlig reinem Zustande dargestellt werden; das Globulin, welches das obige Verhalten zeigte, wurde aus der Krystalllinsenflüssigkeit erhalten, indem dieselbe, mit Essigsäure neutralisirt, bei einer Temperatur unter + 50° C. zur Trockenheit abgedampft, und der Rückstand mit Aether und verdünntem Alkohol ausgezogen wurde. Das Globulin des Blutes, welches nicht ohne Zersetzung vom Hämatin getrennt werden kann, zeigte abgesehen von der Farbe ganz dasselbe Verhalten, wie das auf eben angegebene Weise aus der Krystalllinse dargestellte Globulin.

Das *coagulirte Globulin* bereitete *Mulder* durch blosses Ausziehen des durch Kochen gefällten Globulins mit Alkohol und Aether; das von mir untersuchte geronnene Globulin war durch Salzsäure gefällt, mit derselben Säure ausgewaschen, dann in Wasser gelöst, durch kohlensaures Ammoniak wieder gefällt, und endlich mit Wasser, Alkohol und Aether ausgewaschen worden, worauf es sich dann ohne merklichen Aschenrückstand verbrennen liess.

Prüfung. Wir haben in dem Obigen bereits die Unterscheidungszeichen des Globulins von den ähnlichen Proteïnverbindungen angegeben und bemerken hierzu nur noch folgendes: Jene Fällbarkeit der angesäuerten oder alkalisirten Globulinlösung durch Neutralisation kommt keiner andern löslichen Proteïnverbindung zu, dagegen fast allen unlöslichen; wir können daher hierin einen Beweis dafür finden, dass das Globulin sowohl durch überschüssiges Alkali, als durch überschüssige Säure in den coagulirten Zustand übergeführt wird. Dass es nicht mit dem Caseïn verwechselt werden kann, wird unter diesem ausführlicher auseinander gesetzt werden. Immer dürfte es aber schwierig oder für jetzt unmöglich sein, das Globulin bestimmtest nachzuweisen, wenn dasselbe mit Albumin oder Caseïn gemengt ist. Leider werden uns auch hier Elementaranalysen nichts helfen, da die Ergebnisse der-

selben denen andrer Proteïnverbindungen so nahe stehen, dass sie keinen sichern Ausweis geben können.

Will man das Globulin *quantitativ* bestimmen, so sind hier ähnliche Vorsichtsmassregeln einzuschlagen, wie bei der Bestimmung des Eiweisses; ja das Globulin ist, wie wir oben gesehen haben, noch schwieriger in einen Zustand überzuführen, in welchem es leicht und gut filtrirbar ist. Man muss mit Essigsäure ansäuern und erhitzen, dann mit Ammoniak die Säure wieder sättigen und nun stark und anhaltend kochen, um ein gut filtrirbares Globulin zu erhalten. Würde sich auch das Globulin z. B. vom Eiweiss durch sein Verhalten gegen Essigsäure und Erhitzen bis zu 50° (wie oben angegeben) oder durch die oft erwähnte Fällbarkeit durch Neutralisation seiner sauren oder alkalischen Lösung vom Eiweiss unterscheiden lassen, so würde man es doch auf diesen Wegen nicht von jenem trennen können; denn es würde nicht filtrirbar sein d. h. es würde einerseits trüb durchs Filter gehen, andrerseits dasselbe aber verstopfen und bald alles Aussüssen unmöglich machen.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Das Globulin findet sich in den Zellen der Krystalllinse in sehr concentrirter Lösung. *Berzelius*[1]) fand in der Krystalllinse des Menschen 35,9% trocknes Globulin.

Im Blute macht das Globulin einen Hauptbestandtheil desselben aus, indem es mit dem Hämatin den zähflüssigen Inhalt der Blutkörperchen bildet.

Ueber die Menge des in den Blutkörperchen enthaltenen Globulins lässt sich auch nicht einmal eine ungefähre Bestimmung mit einiger Wahrscheinlichkeit angeben, da, wenn man auch (nach S. 312) die Hämatinmenge der Blutkörperchen annähernd gefunden zu haben glaubt, doch nicht zu entscheiden ist, wieviel von dem Reste der Blutkörperchen (= 94,28% derselben) dem Fett, der Hüllenmembran und dem Globulin zuzuschreiben ist. Es ist daher auch eine Angabe über die Menge des im Blute überhaupt enthaltenen Globulins nicht wohl möglich. Wir werden jedoch (im 2. Th. dieses) unter „*Blutkörperchen*“ wieder auf diesen Gegenstand zurückkommen.

In andern Theilen des thierischen Körpers ist das Globulin noch nicht gefunden worden. Bei dem jetzigen Stande der organisch-analytischen Chemie hat man gar nicht daran denken können, es etwa im coagulirten Zustande irgendwo zu suchen.

---

[1]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 528.

Ursprung. Ueber die Bildungsstätte des Globulins können nicht füglich erhebliche Zweifel entstehen, da dasselbe bis jetzt nur in Zellen und zellenähnlichen Körpern, wie die Blutkörperchen sind, gefunden worden ist.

Möge man über die mechanische Entstehungsweise der rothen Blutkörperchen aus dem farblosen die eine oder die andre Ansicht hegen (vergl. oben S. 313 und im 2. Th. „*Blutkörperchen*"), so wird man immer annehmen müssen, dass dasselbe innerhalb einer Zelle oder eines Bläschens oder eines geschlossenen Säckchens, welches von einer eiweisshaltigen Flüssigkeit umspült ist, gebildet werde. Ist demnach ausserhalb der Umhüllungshaut Albumin, innerhalb derselben aber Globulin, so ist man fast gezwungen anzunehmen, dass das Globulin durch die Zellenthätigkeit aus dem Albumin hervorgehe; allein nach welcher chemischen Gleichung diese Umbildung geschehe, lässt sich aus dem einfachen Grunde nicht angeben, weil wir weder die rationelle Zusammensetzung des Albumins noch die des Globulins kennen. So viel sich bis jetzt aus einem Vergleiche der Analysen des Albumins und Globulins entnehmen lässt, scheint das letztere etwas weniger Kohlenstoff und Schwefel zu enthalten (auf den Phosphorgehalt des Albumins ist bei der Unsicherheit der Bestimmungsweise desselben wohl nicht viel zu geben), aber dafür etwas mehr Sauerstoff; das Globulin scheint daher ein durch Oxydation umgewandeltes Eiweiss zu sein; so dass es dem Fibrin an die Seite oder vielleicht zwischen dieses und das Albumin zu stellen ist. Dafür spricht auch die physiologische Hypothese, nach welcher die Blutkörperchen für nichts weiter betrachtet werden können, als gewissermassen für Werkstätten, in welchen der gewöhnliche Nährstoff, das rohe Eiweiss, zunächst verarbeitet wird, um in den Organen zur Bildung oder Restitution der Gewebe verwendbar zu werden. Ob das Globulin zunächst in Fibrin übergehe, ist eine bis jetzt noch unbeantwortbare Frage, auf welche wir jedoch später (im 2. Th. dieses Werks) zurückkommen werden.

Nutzen. Der Zweck, den die Natur mit der Ablagerung des Globulins in den zelligen Fasern der Krystalllinse verband, ist zu evident, als dass er noch genannt zu werden verdiente. Interessant ist es nur, dass die Natur, indem sie ein lichtbrechendes Liquidum schuf, zugleich auf Achromatisirung der Linse nicht blos durch den anatomischen Bau, sondern auch dadurch hinarbeitete, dass sie die mittlern Lagen der Linse mit einer concentrirteren Flüssigkeit anfüllte, welche nach der Linsencapsel zu immer verdünnter wird.

Chenevix machte diese Beobachtung zuerst, indem er fand, dass das specifische Gewicht einer 30 Gran schweren Krystalllinse eines Ochsen = 1,0765 war, während nach dem Abschälen der äussern Lagen der noch 6 Gran schwere Kern der Krystalllinse ein specifisches Gewicht = 1,194 hatte.

Auf welche Weise aber die Natur zur Erreichung jenes Zweckes die Ausscheidung reinen albumin- und hämatinfreien Globulins in der Krystalllinse aus der kleinen Arteria capsularis bewerkstellige, darüber wird vielleicht selbst die Zukunft uns nicht aufklären können.

Schon aus dem oben erwähnten ist ersichtlich, dass die Bedeutung des Globulins im Blute uns so lange verborgen bleiben wird, als bis wir nicht einerseits genauere Kenntniss von seiner chemischen Constitution und andrerseits von der Function der Blutkörperchen überhaupt erlangt haben werden.

Caseïn.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. In getrocknetem Zustande bildet der lösliche Käsestoff eine bernsteingelbe Masse, ohne Geruch, von fadem, schleimigem Geschmack, ohne Reaction; im *Wasser* löst er sich zu einer gelblichen, schleimigen Flüssigkeit, welche beim Abdampfen sich mit einer weissen Haut von unlöslichem Käsestoff bedeckt, die sich abziehen lässt. Wird eine concentrirte Käsestofflösung längere Zeit an der Luft stehen gelassen, so geht sie bald in *Fäulniss* über, entwickelt sehr viel Ammoniak und liefert Leucin, Tyrosin und ähnliche Stoffe.

Durch *Alkohol* wird der Käsestoff undurchsichtig und bekommt das Ansehn von geronnenem Eiweiss; dabei löst sich ein Theil des Käsestoffs in Alkohol, welcher beim Verdunsten desselben wieder unverändert erhalten werden kann; in kochendem Alkohol löst er sich in grössrer Menge auf, wird aber beim Erkalten zum grossen Theil wieder ausgeschieden; dieses mit Alkohol behandelte Caseïn löst sich ziemlich leicht, vorzüglich beim Erwärmen, in Wasser wieder auf, und hat alle Eigenschaften des nicht coagulirten. Setzt man zu einer concentrirten, wässrigen Lösung des Käsestoffs etwas Alkohol, so wird er gefällt, löst sich aber leicht wieder in Wasser auf; wird er durch concentrirten Alkohol präcipitirt, so ist er in Wasser schwer oder unlöslich. Durch *Kochen* wird er aus seinen Lösungen *nicht* coagulirt.

Säuren schlagen den Käsestoff aus der wässrigen Lösung nieder, und verbinden sich zum Theil damit, versetzen denselben aber nicht

in den coagulirten Zustand; denn neutralisirt man mit Alkalien oder Metalloxyden, so wird er unverändert wieder aufgelöst; in reinem Wasser, so wie in Alkohol sind diese Verbindungen des Caseïns mit Säuren leicht auflöslich. Vom Eiweiss unterscheidet sich der Käsestoff vorzüglich dadurch, dass er auch durch *Essigsäure* und *Milchsäure* aus der wässrigen Lösung gefällt wird; der Niederschlag ist hier aber nicht milchsaures oder essigsaures, sondern reines Caseïn. Im Ueberschuss des Essigsäure löst sich das Präcipitat nur schwierig auf, und wird durch Blutlaugensalz gleich den andern Verbindungen mit Säuren niedergeschlagen. Die alkoholische Käsestofflösung wird nicht nur nicht von Säuren gefällt, sondern der Alkohol besitzt sogar die Eigenschaft, die in Wasser unlöslichen Verbindungen des Caseïns mit Säuren aufzulösen. Durch Behandlung mit concentrirter *Salpetersäure*, *Salzsäure* und *Schwefelsäure* liefert das Caseïn dieselben Zersetzungsproducte wie Albumin und Fibrin. Durch *Gerbsäure* wird das Caseïn noch aus sehr verdünnten wässrigen und alkoholischen Auflösungen niedergeschlagen.

Mit *Basen* verbindet sich das Caseïn sehr leicht; trübe Lösungen desselben werden durch ätzende *Alkalien* sogar klarer; *alkalische Erden* lösen sich in Caseïnlösungen auf und lassen sich nur schwierig vom Caseïn trennen; mit grössern Mengen solcher Erden geht das Caseïn unlösliche Verbindungen ein. Daher werden seine Lösungen durch Chlorcalcium und schwefelsauren Kalk so wie durch schwefelsaure Talkerde *beim Erhitzen* gefällt, was eine für das Caseïn sehr charakteristische Reaction ist. Durch *Metallsalze* wird es wie das Albumin gefällt, und bildet gleich diesem zweierlei Verbindungen, nämlich von Caseïn und Säure und von Caseïn und Metalloxyd. *Kaliumeisencyanür* schlägt das Caseïn nicht aus alkalischer Lösung nieder, und trübt die neutrale nur wenig.

Dieses sind die Eigenschaften des Caseïns, wie es sich in seiner gewöhnlichen Lösung in der Milch darstellt; wird es aber vollkommen frei von Alkali nach der unten angegebenen Methode von *Rochleder* [1]) dargestellt, so zeigt es einige von jenem verschiedene Eigenschaften: es löst sich nämlich nur sehr wenig in reinem Wasser, etwas besser in heissem, nicht in Alkohol; es färbt blaues Lackmus roth, ohne diese Eigenschaft dem Wasser zu ertheilen, bildet aber mit kohlensaurem und phosphorsaurem Natron Auflösungen, welche durchaus keine alka-

[1]) *Rochleder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45, S. 253.

jische Reaction mehr zeigen; es löst sich in Auflösungen von Salmiak, Salpeter und andern neutralen Alkalisalzen sehr leicht auf, gerinnt aber nicht beim Kochen, wie Eiweiss, sondern bildet beim Abdampfen die oben erwähnte Käsestoffhaut. In verdünnten Mineralsäuren löst es sich auf; wird aber durch überschüssig zugesetzte Säure wieder gefällt; die Lösungen des Caseïns in verdünnten Säuren überziehen sich beim Verdunsten mit jener farblosen, durchsichtigen, ziemlich zähen Haut; die Lösung dieses Körpers in Säuren oder in Alkalien wird durch Neutralisation vollständig gefällt, aus der essigsauren Lösung wird es durch Mineralsäuren niedergeschlagen. Das präcipitirte salzsaure Caseïn ist wie das salzsaure Albumin in reinem Wasser löslich, nachdem es wie dieses gallertartig aufgeschwollen ist; durch Säuren wie durch Alkalien wird es aus dieser Lösung gefällt; der durch Salzsäure entstandene Niederschlag quillt in Alkohol und löst sich darin auf, wird aber daraus durch Aether gefällt und der Niederschlag ist wieder in Wasser löslich. Blosses Kochen einer Caseïnlösung bewirkt aber unter keiner Bedingung eine Fällung. Dagegen kann man leicht zu dem Glauben verführt werden, es in eine coagulirbare Substanz umgewandelt zu haben, wenn man es z. B. in kohlensaurem Kali oder in mit etwas Kali versetzter Salpeterlösung aufgelöst hat; neutralisirt man dann durch eine Säure, so entsteht ein beim Umschütteln verschwindender Niederschlag; kocht man nun die Flüssigkeit, so bildet sich ein reichliches dichtes Coagulum; ich habe mich nicht überreden können, diese für eine in blosser Hitze coagulirbare Modification des Caseïns anzunehmen (wie solche auch zuweilen in der Milch enthalten zu sein scheint), sondern ich glaube vielmehr, dass die Säure nur einen Theil des in Lösung befindlichen Caseïnnatrons und einfach kohlensaures Natrons in saure Salze verwandelt hat, und dass durch Erhitzen nur die sauren in Lösung gebliebenen Salze zersetzt und somit Kohlensäure ausgetrieben, Caseïn aber gefällt worden.

Aus dem Obigen geht hervor, dass das Caseïn nicht durch dieselben Mittel in den coagulirten Zustand versetzt wird, wie das Albumin und Globulin. Eine längst bekannte Thatsache ist es zwar, dass der Käsestoff aus der Milch durch die Schleimhaut des Kälbermagens coagulirt wird; doch ist man noch keineswegs völlig im Reinen über das eigentliche Bedingniss dieser Gerinnung. Wir haben gesehen, dass das lösliche Caseïn schon beim Abdampfen seiner Lösung theilweise in die unlösliche Modification übergeht; es kommen Fälle vor, wo durch Eindampfen der ganze Käsestoff einer Milch unlöslich wird. Selbst bei

längerm Stehen an der Luft gerinnt bekanntlich die Milch; der hierbei ausgeschiedene Käsestoff verhält sich, wie der durch Milchsäure aus reiner Caseïnlösung erhaltene Niederschlag, d. h. nach Behandlung desselben mit kohlensaurem Kalk oder Baryt löst sich nur wenig in Wasser auf, das meiste ist in die unlösliche Modification übergegangen. *Fz. Simon* [1]) und *Liebig* erklärten nun die Gerinnung des Caseïns durch Kälberlab so, dass der letztere zunächst als Ferment wirke, und den Milchzucker der Milch in Milchsäure umwandle, wodurch das Caseïn gefällt werde; *Simon* wollte übrigens beobachtet haben, dass milchzuckerfreie Caseïnlösungen durch Lab nicht coagulirt würden. Gegen diese Ansicht sprechen aber einige Versuche von *Selmi* [2]), er fand, dass alkalische Milch durch Lab in Zeit von 10 Minuten zum Gerinnen gebracht werden kann und noch nach der Gerinnung deutlich alkalisch reagirt; dasselbe wurde beobachtet, wenn künstlich durch Natron alkalisirte Milch der Einwirkung des Kälbermagens ausgesetzt wurde. Umgekehrt aber wurde auch ein in überschüssiger Essigsäure und Oxalsäure gelöstes Caseïn, wie das alkalische, bei einer Temperatur von 50° bis 56° coagulirt. Die eigentliche Ursache der Coagulation ist mithin noch völlig unbekannt. Jenes in Form einer Haut gerinnende Caseïn scheint sich aber ohne Sauerstoffzutritt nach *Scherer* [3]) nicht bilden zu können.

Es ist schon aus der Mittheilung der grossen Menge von Einzelnheiten zu ersehen, dass unsre Kenntniss des Caseïns noch sehr mangelhaft ist; denn sonst würden wir mit wenigen Zügen das Wesentlichste dieses Körpers haben beschreiben können; allein leider ist es sogar wahrscheinlich geworden, dass das Caseïn gar nicht als einfacher organischer Körper zu betrachten ist, sondern als ein Gemeng von wenigstens zwei Stoffen. *Mulder* [4]) und *Schlossberger* [5]) haben insbesondre auf diesen Umstand aufmerksam gemacht. Wird nämlich frisch ausgewaschenes Caseïn ein paar Tage lang mit verdünnter Salzsäure digerirt, so löst es sich völlig auf; durch Neutralisation mit kohlensaurem Ammoniak fällt aus dieser Flüssigkeit ein weisser, schwer filtrirbarer, schleimiger Körper; in der neutralisirten Flüssigkeit ist aber noch ein andrer Stoff gelöst geblieben, der durch überschüssige Salzsäure aus-

[1]) *Fz. Simon*, Frauenmilch S. 29.
[2]) *Selmi*, Journ. de Pharm. T. 9, p. 265—267.
[3]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 36.
[4]) *Mulder*, Berzelius Jahresbr. Bd. 26, S. 910.
[5]) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 92—95.

gefällt werden kann; aber auch die Salzsäure lässt nun noch einen proteïnartigen Körper in Lösung zurück. Den ersten Körper fand *Schlossberger* schwefelhaltig, den zweiten nicht.

Indessen könnte hier doch wohl das längere Digeriren des ursprünglichen Caseïns mit verdünnter Salzsäure dieses in mehrere Stoffe zerlegt haben. Eher noch würde ein andrer Versuch von *Mulder* für das Bestehen des Caseïns aus mehrern Stoffen sprechen; *Mulder* setzte nämlich zu Milch, die er durch Kochsalz möglichst von Butterkügelchen befreit hatte, verdünnte Salzsäure, die den gewöhnlichen Niederschlag gab; in Lösung blieb aber noch ein ähnlicher Körper, welcher erst durch Kochen der salzsauren Flüssigkeit gefällt wurde.

Es ist sehr schwierig, hierüber zu einem bestimmten Urtheile zu kommen; denn jeder, welcher die Versuche mit dem Caseïn, so wie sie von verschiedenen Autoren angegeben worden, wiederholt hat, wird gefunden haben, dass alle Angaben über das Caseïn sich bis zu einem bestimmten Grade bestätigen, dass aber oft bei Wiederholung eines und desselben Versuchs sich Verschiedenheiten herausstellen, welche die Differenz in den Behauptungen der Beobachter erklären. Das Caseïn dünkt uns eine höchst wandelbare Substanz, die oft bei Anwendung der mildesten Reagentien unter unsern Händen sich verändert. Es fehlt mit einem Worte noch an einer Methode, das Caseïn so darzustellen, dass alle Gedanken an eine Umwandlung desselben ausgeschlossen werden. Zu der Schwierigkeit aber, die einfache oder complicirte Constitution des Caseïns zu erkennen, trägt insbesondre der Umstand bei, dass die Elementaranalyse der ausgeschiedenen Stoffe so wenig differente und darum so wenig entscheidende Resultate giebt.

Das durch Kälberlab vollständig *geronnene* und gereinigte Caseïn ist hart, gelblich durchscheinend, erweicht in Wasser und quillt auf, löst sich aber weder in diesem noch in Alkohol. Mit *Säuren* und *Alkalien* verbindet es sich, wie seine lösliche Modification; trennt man jedoch den anorganischen Theil von dem Käsestoffe, so löst sich derselbe nicht in Wasser auf. Zu den stärkern Mineralsäuren verhält es sich ganz wie geronnenes Albumin; von Essigsäure wird es aber ebenso schwer wie seine lösliche Modification aufgelöst; Alkalien lösen es sehr leicht auf und zersetzen es, wenn sie concentrirt sind, beim Erwärmen wie die übrigen Proteïnverbindungen. Beim *Erhitzen* erweicht das Caseïn, lässt sich in Fäden ziehen und wird elastisch; erst bei höherer Temperatur schmilzt es, bläht sich auf, verkohlt und entwickelt dieselben Destillationsproducte wie Albumin und Fibrin; an der Luft stark erhitzt, verbrennt es mit Flamme, und hinterlässt, wenn es nicht sorgfältig mit säurehaltigem Wasser ausgewaschen worden war, eine

Asche, welche kohlensauren und phosphorsauren Kalk, aber kein Alkali enthält.

Bei der Fäulniss entwickelt das Caseïn (auch das völlig fettfreie) nach *Jljenko* [1]) anfangs kohlensaures Ammoniak und Schwefelwasserstoff-Ammoniak, später nach 2 bis 5 Monaten hauptsächlich Ammoniak, Baldriansäure, Buttersäure und Leucin und nach *Bopp* [2]) noch einen weissen, krystallisirenden, sublimirbaren Körper vom stärksten Geruch nach Fäces und eine Säure, welche bei ihrer Zersetzung durch eine Mineralsäure neben einer braunen Substanz Tyrosin und Ammoniak liefert. Beim Schmelzen mit Kalihydrat entwickelt das Caseïn sehr viel Wasserstoff und Ammoniak, hinterlässt aber mit dem Kali verbunden hauptsächlich viel Baldriansäure, ausserdem Leucin und Tyrosin (*Liebig* [3]). Bei der Zersetzung durch Chromsäure oder Schwefelsäure und Braunstein liefert das Caseïn im Verhältniss zum Fibrin sehr viel Essigsäure, Bittermandelöl und Benzoësäure, dagegen weniger Baldriansäure und Buttersäure; rücksichtlich der Mengen dieser Zersetzungsproducte steht es dem Albumin am nächsten, giebt aber noch mehr Essigsäure als dieses (*Guckelberger* [4]).

Simon hat auf einige Unterschiede zwischen dem Caseïn der *Frauen-* Kuh- und Hundemilch aufmerksam gemacht; das der Frauen ist weiss, gelblich, bröcklich, wird an der Luft feucht, löst sich nicht in Alkohol, wohl aber in Wasser zu einer unklaren, schäumenden Flüssigkeit, aus welcher es durch Gerbsäure, essigsaures Bleioxyd und Quecksilberchlorid vollständig, durch Essigsäure und Alaun aber unvollständig gefällt wird. Das Caseïn der *Kuhmilch* ist in Wasser schwerer löslich und wird beim Trocknen zäh und hornartig; das der *Hundemilch* wird beim Trocknen nicht zäh und hornartig und löst sich schwer in Wasser. *Dumas* hat indessen diese 3 Arten von Caseïn vollständig gleich zusammengesetzt gefunden. Es giebt daher auch hier noch mehreres zu erforschen; unrichtig sind die Beobachtungen von *Simon* durchaus nicht, denn ich kann aus eigner Erfahrung nicht nur *Simon's* Angaben bestätigen, sondern auch die *Elsässer's*, wornach das Käsestoffcoagulum der Frauenmilch immer sehr locker und gallertartig ist, während das der Kuhmilch sehr dicht und klumpig zu sein pflegt. Diese Unterschiede dürften indessen wohl später in manchen äussern Verhältnissen, in den beigemengten Substanzen ihre Erklärung finden; so glaube ich z. B. dass das gallertartige Gerinnen der Frauenmilch mehr von der alkalischen Flüssigkeit bedingt wird; wenigstens fand ich, dass saure Frauenmilch ein viel dichteres Coagulum als alkalische, und alka-

---

[1]) *Jljenko*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 55, S. 78—95 u. Bd. 58, S. 264—273.
[2]) *Bopp*, Handwörterb. der Chemie v. Liebig, Wöhler u. Pogg. Bd. 3, S. 220.
[3]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57, S. 127—129.
[4]) *Guckelberger*, ebendas. Bd. 64, S. 39—100.

lische Kuhmilch ein viel lockereres als saure liefert; für die Diätetik sehr beherzigenswerthe Thatsachen!

Zusammensetzung. Das Caseïn ist wie Albumin sehr oft analysirt worden, und doch haben alle diese Analysen noch zu keiner vollkommen sichern empirischen Formel, geschweige denn zu einer rationellen geführt. Beispielshalber führen wir Analysen an von

	Mulder [1])	*Scherer* [2])	*Dumas* [3])
Kohlenstoff	53,83	54,665	53,7
Wasserstoff	7,15	7,465	7,2
Stickstoff	15,65	15,724	16,6
Sauerstoff Schwefel	23,37	22,146	22,5
	100,00	100,000	100,0

Neuern Untersuchungen nach enthält gereinigtes Caseïn 0,85% Schwefel.

Rüling [4]) fand in dem durch Essigsäure gefällten und mit Alkohol und Aether ausgewaschenen Caseïn 1,015% Schwefel, in dem aber, welches durch Essigsäure gefällt und dann in kohlensaurem Natron gelöst und wieder durch Säure gefällt worden war, nur 0,850%; *Walther* [5]) dagegen in dem mit Salzsäure sowohl als mit kohlensaurem Natron behandelten = 0,933%, *Verdeil* [6]) endlich in dem auf letztere Weise bereiteten Caseïn = 0,842% Schwefel.

Nach *Mulder* ist das Caseïn nichts weiter als jenes hypothetische Proteïn verbunden mit Sulphamid. Man sollte aber wohl vom Caseïn nicht eher eine Formel aufstellen, als bis die Frage bestimmt entschieden ist, ob dasselbe ein einfacher oder ein gemengter Körper ist.

Das nicht mit Säuren behandelte Caseïn enthält ungefähr 6% phosphorsauren Kalk, also mehr, als jede andre der bisher betrachteten Proteïnverbindungen.

Darstellung. Den löslichen Käsestoff erhält man durch Abdampfen abgerahmter Milch, Ausziehen des Rückstands mit Aether und Wiederauflösen in Wasser; aus der wässrigen Lösung schlägt man ihn durch Alkohol wieder nieder und wäscht sorgfältig mit Alkohol aus.

---

[1]) *Mulder*, Bullet. de Néerl. 1839. p. 10.
[2]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40. S. 40.
[3]) *Dumas*, Compt. rend. T. 21. p. 715.
[4]) *Rüling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 38. S. 309.
[4]) *Walther*, ebendas. Bd. 37. S. 316.
[5]) *Verdeil*, ebendas. Bd. 38. S. 319.

Berzelius fällt aus abgerahmter Milch den Käsestoff durch Schwefelsäure, süsst das weisse Coagulum mit Wasser aus, und zersetzt den schwefelsauren Käsestoff durch kohlensauren Kalk oder besser durch kohlensaures Bleioxyd; der sich darauf in Wasser lösende Stoff enthält immer etwas von der angewendeten Base; das Blei lässt sich leicht durch Schwefelwasserstoff aus der Lösung entfernen.

Simon befreit das durch Schwefelsäure gefällte Caseïn vor der Zersetzung durch kohlensauren Kalk noch von Fett durch Behandlung mit Alkohol und Aether.

Mulder stellte zur Elementaruntersuchung das Caseïn so dar, dass er es aus abgerahmter Milch zunächst durch Erwärmen mit Essigsäure fällte, den Niederschlag in Wasser aufweichte, wiederholt mit Wasser auspresste, durch siedenden Alkohol vom Fett trennte und endlich bei 130° C. trocknete.

Nach *Rochleder*[1]) wird abgerahmte Milch mit verdünnter Schwefelsäure coagulirt (man kann an deren Stelle auch Essigsäure oder Salzsäure anwenden); der Niederschlag wird gehörig ausgepresst und in einer verdünnten Lösung von kohlensaurem Natron wieder aufgelöst; man lässt nun diese Lösung in einem flachen Gefässe einige Zeit stehen; es bildet sich auf der Oberfläche derselben allmälig eine Schicht fettiger Substanz; diese wird entweder mit einem Löffel möglichst vollständig abgenommen, oder man zapft die darunter befindliche Flüssigkeit mittelst eines Hebers ab. Die Flüssigkeit wird nun nochmals mit einer Säure gefällt und dann ganz wie früher verfahren. Hat man im Ganzen dreimal das Caseïn in kohlensaurem Natron gelöst und das Fett abgeschäumt, so wird es dann leicht durch Alkohol und Aether von den letzten Spuren Fett befreit, was sonst sehr schwierig ist. Durch öfteres Auskochen mit Wasser wird übrigens solches Caseïn vollkommen säurefrei, so dass es z. B., war es mit Schwefelsäure dargestellt, mit Chlorbaryum aus sauren Lösungen auch nicht die geringste Trübung gibt. *Bopp*[2]) hat noch ein Verfahren angegeben, wornach die Methode von *Rochleder* modificirt werden kann; man fällt nämlich die Lösung des Caseïns in kohlensaurem Natron durch Salzsäure und wäscht diesen Niederschlag wiederholt mit Wasser aus, welches 2% bis 3% Salzsäure enthält; derselbe wird alsdann mit reinem Wasser angerührt, worin er aufquillt und sich allmälig, besonders

[1]) *Rochleder*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45 S. 253—256.

[2]) *Bopp*, ebendas. Bd. 69. S. 16 - 37.

beim Erwärmen bis auf 40°, auflöst; die Lösung enthält salzsaures Caseïn; aus dieser wird das Caseïn durch vorsichtige Neutralisation mit einem Alkali gefällt und der Niederschlag dann ausgewaschen.

Prüfung. Man hat früher mancherlei Eigenschaften des Caseïns für charakteristische Kennzeichen desselben gehalten, die es aber durchaus nicht sind. Leider wurden uns aber die Mittel, durch die man sonst sich von der Gegenwart des Käsestoffs überzeugen zu können glaubte, durch die neuern Forschungen entzogen, ohne dass an deren Stelle bessre und entschiedene Erkennungsmittel getreten wären. Es waren aber besonders drei Eigenschaften, an welchen man das Caseïn überall nachweisen zu können glaubte. Erstens wurde jene Fähigkeit einer thierischen Flüssigkeit beim Abdampfen eine *Haut zu bilden*, für den sichersten Beweis der Gegenwart von Käsestoff angesehen; wir haben aber in dem Obigen (S. 342) gefunden, dass alkalische Albuminate sowohl als saure Albuminlösungen jene Fähigkeit ebenfalls besitzen, ja dass die von gewöhnlich geronnenem Eiweiss abfiltrirte Flüssigkeit stets noch solches Albuminat enthält und daher zur Bildung einer solchen Haut geneigt ist; je nach dem Gehalte einer Eiweissflüssigkeit an Alkali oder Albuminat wird sich daher mehr oder weniger leicht beim Verdampfen eine solche Haut bilden, und daher ist es gekommen, dass selbst sehr genaue Forscher im Blute, besonders aber in Exsudatflüssigkeiten, Caseïn gefunden zu haben glaubten, von dem sich in der That keine Spur darin vorfindet.

Dieser Irrthum wurde aber noch durch ein zweites Reactionsmittel des Caseïns befördert, nämlich durch die Eigenschaft desselben, von *Essigsäure präcipitirt* zu werden; man hielt diess namentlich für ein Unterscheidungszeichen des Caseïns vom Albumin; allein wenn auch die geringe Trübung, welche Eiweisslösungen (nach S. 341) durch Neutralisation mit Essigsäure und starke Verdünnung mit Wasser erleiden, seltner zu dieser Verwechslung Veranlassung gab, so geschah dies um so häufiger, nachdem man durch Kochen aus eiweisshaltigen Flüssigkeiten das Albumin entfernt zu haben glaubte; es bleibt dann, wie wir oben gesehen haben, etwas geronnenes Albumin mit Natron oder Kali in Lösung; aus dieser Lösung wird durch Zusatz von Essigsäure das Albumin gerade so wie Caseïn gefällt, was bei dem nicht gekochten Kalialbuminat nicht der Fall ist; daher musste eigentlich jeder genaue Experimentator früher immer etwas Caseïn in der von geronnenem Eiweiss abfiltrirten Flüssigkeit zu finden glauben.

Das dritte Entdeckungsmittel des Caseïns ist noch das einzige,

welches uns geblieben ist, obwohl auch dieses, unrichtig angewendet, bereits zu falschen Schlussfolgerungen Veranlassung gegeben hat; diess ist die *Coagulirbarkeit des Caseïns durch Lab;* man hat durch dasselbe z. B. auch im Blute Caseïn nachgewiesen zu haben geglaubt; allein soll dieses Mittel eine Entscheidung geben, so muss der Lab ziemlich frisch oder wenigstens nicht bereits in Fäulniss übergegangen in die zu untersuchende Flüssigkeit gebracht werden; dabei darf das Gemisch höchstens 2 Stunden lang bei 40° digerirt werden; ensteht bis dahin kein Coagulum, so ist man auch nicht berechtigt, Caseïn in der Flüssigkeit anzunehmen; denn lässt man den Lab 24 Stunden und länger bei jener Temperatur in der Flüssigkeit, so tritt Fäulniss mit Vibrionenbildung ein, und die Flüssigkeit wird durch die Fäulnissproducte, aber nicht durch geronnenes Caseïn getrübt werden. Blut, in dem man z. B. auf diese Weise Caseïn hat finden wollen, geht mit Lab nach längerer Zeit in Fäulniss über, hat mir aber nie damit ein wahrhaftes Caseïncoagulum gegeben.

Als sehr gute Erkennungsmittel des Caseïns hat man in neuerer Zeit auch *schwefelsaure Talkerde oder Chlorcalcium* empfohlen, welche, wie oben erwähnt, *erst beim Kochen* das Caseïn, an Talk- oder Kalkerde gebunden, ausscheiden; leider hat das Natronalbuminat (jenes welches beim Kochen für sich nicht coagulirt) auch diese Eigenschaft mit dem Caseïn gemein.

Man hat noch, namentlich in früherer Zeit, eine Menge Reactionen angeführt, durch welche sich das Caseïn charakterisiren soll, z. B. schweflige Säure, Schwerlöslichkeit in Essigsäure u. s. w.; allein alle diese Mittel geben keinen bestimmten Entscheid. Auch hat man in neuerer Zeit sich die Mühe genommen, mit den verschiedensten Mitteln die Reactionen des Caseïns, wie die andrer Proteïnverbindungen, durchzuprüfen: allein so anerkennenswerth derartige Bemühungen sind, so haben sie doch zu nicht viel geführt und konnten es in der That auch nicht; denn abgesehen davon, dass ein solches Suchen nach entschiedenen Reactionen immer ein Herumtappen im Finstern bleibt, so lange nicht ein einheitlicher Gedanke den Gang der Untersuchung leitet, so fallen auch die Resultate solcher Experimente oft so verschieden in ihren Einzelnheiten aus, dass sie oft gar nicht in Einklang zu bringen sind; jeder, der sich mit solchen Untersuchungen beschäftigt und Säuren, Basen, Metallsalze u. dergl. unter verschiedenen Verhältnissen hat auf die eiweissartigen Stoffe einwirken lassen, wird bestätigen können, dass oft eine und dieselbe Substanz unter scheinbar gleichen Verhältnissen die verschiedensten Reactionen gibt und dann bald mehr der einen bald der andern Proteïnverbindung ähnelt. Die verschiedenen Verhältnisse, durch die die Reactionen modificirt werden, sind es eben, die wir bis jetzt noch nicht übersehen können, und die das Experimentiren ohne ihre Berücksichtigung völlig nutzlos machen. Im Allgemeinen können wir wohl jene

modificirenden Einflüsse errathen ; aber im speciellen Falle bleiben wir doch rathlos ; es reicht hin, nur das einfachste Beispiel anzuführen ; das Caseïn wird zuweilen in Essigsäure sehr leicht löslich , ein ander Mal etwas schwerer löslich, ein drittes Mal schwer löslich und endlich auch fast unlöslich gefunden ; wir können uns denken, dass der Cohäsionszustand, der Gehalt an Erden u. dergl., diese Verschiedenheit bedingen ; allein im einzelnen Falle ist es oft unmöglich zu sagen, welcher von diesen beiden Umständen, oder ob nicht noch ein anderer auf das Ergebniss der speciellen Beobachtung von Einfluss gewesen sei.

Hervorzuheben ist noch an diesem Orte als Beispiel für diese durch unerklärliche Umstände bedingte Verschiedenheit der Reactionen ; einmal wird eine säuerliche Caseïnlösung, wenn sie trüb ist, durch Erhitzen völlig klar, ein ander Mal scheidet sich beim Erhitzen das Caseïn vollständig aus ; so bewirkt namentlich Essigsäure nicht selten in der Milch der Kühe sowohl als andrer Thiere nur eine geringe Fällung ; ein eigentliches Coagulum scheidet sich aber erst beim Kochen aus.

Wollten wir nun Caseïn in einer eiweisshaltigen Flüssigkeit nachweisen, so würde nach dem jetzigen Stande der Sache das einzige Verfahren, zu einiger Sicherheit zu gelangen, folgendes sein : wir kochten die Flüssigkeit, der wir zur Entfernung des Natronalbuminats etwas Salmiak zugesetzt hätten, einige Zeit, filtrirten dann, überzeugten uns, ob schwefelsaure Magnesia oder Chlorcalcium in der Kälte einen Niederschlag gäben ; entstände ein solcher, so würde dieser erst abzufiltriren sein, ehe man, um Caseïn zu finden, die Flüssigkeit kochte. Entstände durch Kochen ein solcher Niederschlag, so müsste in jedem Falle erst noch durch Lab die Anwesenheit des Caseïns dargethan werden.

Zur *quantitativen Bestimmung* des Caseïns wendete man früher fast nur Essigsäure an, allein diese Säure fällt das Caseïn keineswegs vollständig aus ; ein Ueberschuss derselben löst oft einen beträchtlichen Theil des Caseïns auf ; eine Erfahrung, die früher *Schübler* zur Annahme eines eigenthümlichen Stoffs in der Milch, den *Zieger*, verführt hatte. Die beste Methode von allen, die man bei der Analyse der Milch eingeschlagen hat, ist unstreitig die von *Haidlen* [1]). Wenn man nämlich Milch mit etwa $\frac{1}{5}$ ihres Gewichts fein pulverisirtem Gyps anrührt und bis 100° erhitzt, so tritt eine vollkommene Gerinnung ein, und man erhält beim Eindampfen einen spröden, leicht pulverisirbaren Rückstand, der durch Aether und Alkohol leicht von Fett, Milchzucker und mehreren Salzen befreit werden kann. Der Rückstand ist alsdann

[1]) *Haidlen,* Ann. d. Ch. u, Pharm. Bd. 45. S. 273 ff.

nicht reiner Käsestoff, dessen Menge ist aber leicht zu berechnen und zu controliren, wenn man die Menge des Fettes der Milch, des Milchzuckers und der Salze bestimmt hat.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. Der Käsestoff findet sich, so viel bekannt, in der Milch aller Säugethiere.

Clemm [1]) fand in der *Frauenmilch* = 3,37% und *Fz. Simon* [2]) im Durchschnitt 3,5% Caseïn, im Colostrum 4%, in der Milch 6 Tage nach der Geburt aber nur 2,15%; *Haidlen* [3]) in guter Frauenmilch 3,1%, in weniger guter 2,7%.

In der *Kuhmilch* fand *Boussingault* [4]) an Caseïn 3,0 bis 3,4%, *Playfair* durchschnittlich 4,16%, *Poggiale* [5]) 3,8%, *Simon* gar 7%. In der *Hundemilch* fand *Simon* 14,6%, *Dumas* [6]) 9,73% bis 13,6%, *Bensch* [7]) 8,34% bis 10,24% (die unlöslichen Salze mit eingerechnet). *Peligot* [8]) in der *Eselsmilch* 1,95%, *Stiptr. Luiscius* und *Bondt* [9]) 2,3%; letztere in der *Stutenmilch* 16,2%, *Payen* [10]) in der *Ziegenmilch* 4,52%, *Stiptr. Luiscius* und *Bondt* aber 9,12%, *Clemm* 6,03%, *Schlossberger* [11]) in der *Milch eines Bockes* 9,66%, *Stiptr. Luiscius* und *Bondt* in der *Schafmilch* 15,3%.

Nach *Dumas* und *Bensch* enthält die Milch nach dem Genusse von *Fleisch* mehr Caseïn als nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel.

Die stickstoffhaltige Substanz, welche wir Käsestoff nennen, findet sich in der Milch grösstentheils aufgelöst vor, allein ein nicht geringer Theil derselben ist darin auch ungelöst enthalten, indem er den freien Ueberzug oder die Hüllenmembran der Milchkügelchen bildet. Durch das Mikroskop lässt sich diese Membran nicht ohne weiteres erkennen; daher man *Raspail* und *Donné* [12]),

---

[1]) *Clemm*, Inquis. chem. etc. Götting. 1845.

[2]) *Simon*, Frauenmilch. Berl. 1838.

[3]) *Haidlen*, a. a. O.

[4]) *Boussingault*, Ann. de Ch. et de Ph. 3 Sér. T. 8. p. 98.

[5]) *Poggiale*, Compt. rend. T. 18. p. 505—507.

[6]) *Dumas*, Compt. rend. T. 21. p. 708—717.

[7]) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 221—227.

[8]) *Peligot*, Ann. de Chim. et de Phys. Août 1836.

[9]) *Stiptr. Luiscius* und *Bondt*, Mémoires de la Soc. de méd. de Paris. 1787. p. 525.

[10]) *Payen*, Ann. de Chim. et de Phys. 1839. p. 144.

[11]) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51. S. 431.

[12]) *Donné*, Froriep's Not. 1839. Nr. 249.

welche zuerst eine solche Membran annahmen, nicht viel Glauben schenkte; *Simon* glaubte in abgedampfter und mit Aether behandelter Milch Fragmente jener Hüllen wahrzunehmen; *Henle* erwies aber zuerst die Existenz, indem er unter dem Mikroskop die Milchkügelchen bei allmäligem Zusatz von Essigsäure beobachtete, wo man deutliche Verzerrungen jener Membran u. dergl. beobachtet. Der beste Beweis für die Existenz einer solchen Hüllenmembran ist aber durch einen von *E. Mitscherlich* angegebenen Versuch zu liefern; schüttelt man nämlich *frische* Milch mit Aether, so bleibt dieselbe fast völlig unverändert und es wird nur wenig Fett in den Aether übergehen; wäre die Milch eine einfache Emulsion, so müsste sie alles Fett an den Aether abgeben und sich dadurch in eine durchsichtige, ziemlich klare Flüssigkeit verwandeln; da dieses nicht der Fall ist, so müssen die einzelnen Fettbläschen von einer unlöslichen Substanz umgeben sein; setzt man nun eine Substanz zu, welche jene Hüllen aufzulösen vermag, so wird Aether beim Schütteln mit Milch sich ganz so gegen diese, wie gegen eine Emulsion verhalten, d. h. das Fett derselben wird in den Aether übergehen; diess geschieht in der That, wenn man der Milch vor dem Schütteln mit Aether etwas ätzendes oder kohlensaures Alkali zugesetzt hat. Durch diesen schönen Versuch von *Mitscherlich* ist wohl aller Zweifel über die Existenz einer solchen Hülle gehoben. Ich beobachtete aber hierbei noch folgendes: bringt man die mit Aether geschüttelte Milch, der kein Kali zugesetzt war, unter das Mikroskop, so erscheint die Oberfläche der Milchkügelchen weniger durchsichtig, trüb und rissig, gleich als ob sie coagulirt worden wäre. Anstatt des Kalis wendete ich auch phosphorsaures Natron und schwefelsaures Natron an; die mit ersterem versetzte Milch gab fast alles Fett an Aether ab, wurde jedoch nicht so klar wie die mit Kali behandelte; unter dem Mikroskop zeigt die wässrige Flüssigkeit nur selten ein Fetttröpfchen, welches aber *nicht rund*, sondern nur verzerrt, geschwänzt u. s. w. erschien. Auch das schwefelsaure Natron hatte die Wirkung, dass die Hülle der Milchkügelchen gesprengt wurde und das Fett der Milch durch Aether ausgezogen werden konnte; die wässrige Flüssigkeit blieb aber sehr trübe; unter dem Mikroskop zeigte diese keine Milchkügelchen mehr, auch keine Fetzen oder Rudimente zerstörter Hüllen, sondern nur äusserst feine, einzeln kaum erkennbare Molecularkörnchen, welche allerdings die Reste der zerstörten Hüllen (und nicht etwa fein vertheiltes Fett) waren; denn durch etwas Kali verschwinden sie nicht nur unter dem Mikroskop, sondern die noch milchweisse Milch wird dadurch auch völlig klar und wasserhell. Es geht aus dieser Wahrnehmung zugleich hervor, dass unser gewöhnliches Caseïn ebensowohl die in der Milch aufgelöste Proteïnverbindung enthält, als jene, welche die Hülle der Milchkügelchen bildet, so dass wir also auch einen mikroskopisch-mechanischen Beweis für das Gemengtsein des gewöhnlichen Caseïns haben.

In andern thierischen Flüssigkeiten und festen Theilen hat man in früherer Zeit häufig Caseïn zu finden geglaubt, ja man hat es selbst für einen normalen Bestandtheil des Blutes gehalten. Wir haben aber,

[1]) *Simon*, medic. Ch. Bd. 2. S. 75.

[2]) *Henle*, Fror. Notiz. 1839. Nr. 223 u. Allgemeine Anatomie S. 942.

als wir die Mittel erwogen, das Caseïn mit einiger Sicherheit zu erkennen, ausführlich gezeigt, weshalb alle jene Behauptungen zur Zeit noch in Zweifel gezogen werden müssen. Wir können deshalb auf jene Angaben von dem Vorkommen des Caseïns im Harn, in den serösen Säcken des Unterleibs, der Brust- und Kopfhöhle hier keine Rücksicht nehmen, und werden der Fälle, wo Caseïn im Harn und in andern Flüssigkeiten in Folge von sogenannten Milchmetastasen vorgekommen sein soll, hier keiner weitern Erwähnung thun. Dasselbe gilt auch von dem Caseïn, welches man im Speichel, Eiter, in Tuberkeln und andern pathologischen Producten gefunden haben will.

Ursprung. Bei der völligen Unkenntniss, in der wir uns noch in Betreff der innern chemischen Constitution des Caseïns befinden, müssen wir von jedem Versuche abstehen, dessen Entstehung zu deuten. Obgleich wir den Käsestoff noch nicht mit Bestimmtheit im Blute nachzuweisen vermochten, so wird derselbe doch wohl schon hier gebildet und durch die Brustdrüsen bloss ausgeschieden. Erst müssen wir die Unterschiede in der Constitution des Albumins und Caseïns kennen, ehe wir wagen dürfen, über die Umwandlung des einen in das andre auch nur eine Muthmassung auszusprechen.

Nutzen. Ueber den Nutzen, welchen der Käsestoff hat, können wir nach seinem Vorkommen in der Milch, dem besten Nahrungsmittel, keinen Augenblick in Zweifel sein; zumal da wir sehen, wie die Natur dafür sorgt, dass bei weiterer Ausbildung des Neugebornen demselben immer mehr Käsestoff zugeführt werde. Der Käsestoff liefert aber dem kindlichen Körper nicht blos das Material, aus dem die weichen Theile desselben ernährt und vergrössert werden können, sondern er führt zugleich eine hinreichende Menge Knochenerde und Kalk mit sich, um dem Skelet des kindlichen Körpers allmälig die nöthige Festigkeit zu geben.

Wir gehen nun zur Mittheilung des chemischen Verhaltens einiger Stoffe über, welche streng genommen nicht in die thierische Chemie gehören, da sie nur im Pflanzenreiche vorkommen; allein aus zwei Gründen dürfen wir sie hier nicht gänzlich übergehen; der chemische Grund ist nämlich der, dass wir dadurch neue Proteïnverbindungen kennen lernen, welche den bisher beschriebenen zwar sehr ähnlich, aber doch von diesen verschieden sind, und dass wir auf diese Weise eine vollständigere Uebersicht über die ganze Gruppe der Proteïnverbindungen erhalten. Noch wichtiger ist der physiologische Grund:

diese Stoffe sind es hauptsächlich, aus welchen im Organismus der pflanzenfressenden Thiere die bekannten thierischen Proteïnverbindungen und demnach auch die festen Unterlagen des Körpers in den Geweben gebildet werden. Auf ihre eigentliche physiologische Bedeutung werden wir jedoch erst unter „Ernährung“ (im 2. Th.) weiter eingehen.

Pflanzenleim.

Eigenschaften. Dieser Körper, der auch *Phytocolla*, *Glutin*, *Kleber* genannt wird, ist getrocknet durchscheinend, sehr hart, schwer pulverisirbar, im feuchten Zustande zusammenhängend, klebrig und elastisch, unlöslich in kaltem Wasser, sehr wenig in heissem; von siedendem Alkohol wird er leicht aufgelöst und durch Wasser wieder daraus gefällt; auch durch Quecksilberchlorid und essigsaures Bleioxyd wird er aus alkoholischer Lösung gefällt; in Essigsäure löst er sich unvollständig auf und scheint daher keine völlig reine Proteïnverbindung zu sein. Im Uebrigen hat er alle Eigenschaften der Proteïnverbindungen.

Zusammensetzung. Der Pflanzenleim ist von verschiedenen Seiten analysirt worden; jedoch lässt sich hier ebensowenig als bei irgend einer Proteïnverbindung aus den Analysen eine einigermassen gültige Formel berechnen. Gefunden wurden im Pflanzenleim von

	Scherer[1])	*Jones*[2])	*Heldt*[3])	*Mulder*[4])
Kohlenstoff	54,6	55,22	56,26	54,84
Wasserstoff	7,4	7,42	7,97	7,05
Stickstoff	15,8	15,98	15,83	15,71
Sauerstoff	22,2	21,38	19,94	21,80
Schwefel				0,60
			100,00	100,00

Genauere Bestimmungen des Schwefels im Pflanzenleim wurden von *Rüling*[4]) und *Verdeil*[2]) vorgenommen; ersterer fand in dem aus Weizenmehl = 1,134%, und letzterer in dem aus Roggenmehl = 0,985% Schwefel.

---

[1]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 7.
[2]) *Jones*, ebend. Bd. 40. S. 65—70.
[3]) *Heldt*, ebend. Bd. 45, S. 198.
[4]) *Mulder*, Versuch einer allg. phys. Ch. Braunschw. 1844. S. 308.
[5]) *Rüling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 310.
[6]) *Verdeil*, ebend. Bd 58, S. 318.

Dass bei der Differenz obiger Zahlen sich aus diesen Analysen mit gutem Gewissen keine Formel berechnen lässt, geht wohl klar genug aus dem hervor, was wir oben über die Bedingungen gesagt haben, die uns allein zur Aufstellung solcher Formeln berechtigen.

Darstellung. Da dieser Körper sich vorzugsweise in dem Saamen der Getreidearten vorfindet, so gewinnt man ihn am besten aus dem Mehle derselben, wenn man dieses unter Wasser gehörig ausknetet, den Rückstand nach völliger Entfernung des Stärkmehls mit Alkohol auskocht und heiss filtrirt; beim Erkalten und Eindampfen schlägt er sich in weissen Flocken nieder.

Legumin.

Eigenschaften. Dieser Körper bildet entweder einen weissen, perlmutterartig schillernden oder einen flockigen Niederschlag, wird beim Trocknen gelblich durchscheinend und brüchig; aus wässriger Lösung gerinnt er wie Albumin, wird aber aus derselben durch Essigsäure und Phosphorsäure präcipitirt gleich dem Caseïn. Das Legumin unterscheidet sich aber von dem letzteren erstens dadurch, dass es sich in concentrirter Essigsäure nicht auflöst, und zweitens, dass es, war es durch eine Säure präcipitirt, durch Digestion des Niederschlags mit kohlensaurem Kalk oder Baryt nicht wieder aufgelöst wird. Durch Lab soll es coagulirt werden. In Ammoniak und andern Alkalien ist es leicht löslich.

Zusammensetzung. Auch die Analysen des Legumins haben noch zu keinem Resultate geführt; darin gefunden wurde von

	Dumas u. *Cahours* [1]	*Jones* [2]	*Rochleder* [3]	*Rüling* [4]
Kohlenstoff	50,50	55,05	56,24	50,59
Wasserstoff	6,78	7,59	7,97	6,83
Stickstoff	18,17	15,89	15,83	16,54
Sauerstoff Schwefel	24,55	21,47	19,96	25,57 0,47
	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Differenz dieser Analysen ist so gross, dass aus ihnen ersichtlicher

---

[1] *Dumas* und *Cahours*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 6, p. 409.
[2] *Bence Jones*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 67.
[3] *Rochleder*, ebendas. Bd. 46, S. 155.
[4] *Rüling*, ebendas. Bd. 58, S. 301—315.

ist, als aus vielen andern, dass wir diese Stoffe noch nicht einmal rein auszuscheiden und zur Elementaranalyse vorzubereiten verstehen.

Darstellung. Da dieser Körper sich vorzüglich in Hülsenfrüchten befindet, hauptsächlich in Erbsen und Bohnen, so gewinnt man ihn am besten aus den letztern; der wässrige Auszug dieser Saamen ist von saurer Reaction, durch Neutralisation fällt der fragliche Stoff nieder; gereinigt wird er durch Auflösen in Ammoniak, Präcipitiren durch eine Säure und Extrahiren mit Alkohol und Aether.

Ausser diesen Stoffen hat man im Pflanzenreiche, und zwar vorzugsweise in den Saamen, noch einige andre Stoffe gefunden, welche den Proteïnverbindungen des Thierreichs mehr oder weniger nahe stehen; zunächst hat man ein sog. Pflanzeneiweiss unterschieden, welches *Liebig Pflanzenfibrin* nennt; es ist in Wasser unlöslich und auch in seiner Zusammensetzung dem geronnenen, thierischen Eiweiss ähnlich; es bleibt ungelöst, wenn man aus dem Mehle das Amylon durch Auswaschen und den Pflanzenleim durch Alkohol entfernt hat. Die Diastase oder *Mucin*, welche sich beim Keimen des Getreides bildet und wohl ein Umwandlungsproduct der vorigen Stoffe ist, kennen wir ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften nach noch weniger. Das Emulsin oder die *Synaptase* der Mandeln gehört nach *Ortloff's*[1]) und *Buckland W. Bull's*[2]) Untersuchungen den Proteïnverbindungen nicht an; schon der bedeutende Sauerstoffgehalt (26,56%) beweist dies.

Der thierischen Stoffe, die, den Proteïnverbindungen angehörig, noch eben so wenig genau untersucht sind, als die obengenannten Pflanzenstoffe, giebt es mehrere; hieher gehören die im Horngewebe abgelagerte Substanz, *Keratin*, welche nach *Mulder* dasselbe Proteïnoxyd, wie im Fibrin, aber nur mit weit grössern Mengen Sulphamid verbunden ist; ferner der sog. *Schleimstoff*, und jene einzelnen aus pathologischen Geschwülsten, *Pyin* genannten oder mit diesem verglichenen Stoffe; auf alle diese werden wir in der animalisch-chemischen Geweb- und Säftelehre ausführlicher eingehen. Dasselbe gilt auch vom *Pepsin* und den *Peptonen*, von welchen beim Verdauungsprocesse speciell gesprochen werden wird.

---

[1]) *Ortloff*, Arch. d. Pharm. Bd. 48, S. 12—27.

[2]) *Buckland W. Bull*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 145—162.

Proteïntritoxyd.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Getrocknet ist diese Substanz spröd und leicht pulverisirbar, feucht dagegen zäh, klebrig, fadenziehend, riecht beim Erwärmen leimähnlich; löslich in Wasser, nicht in Alkohol und Aether, fetten oder flüchtigen Oelen, ohne Reaction auf Pflanzenfarben; aus seiner Lösung wird es gefällt durch verdünnte Mineralsäuren, Chlorwasser, Gerbsäure, Quecksilberchlorid, Blei-, Silber-, Zink- und Eisenoxydsalze, nicht gefällt wird es durch Blutlaugensalz, Alkalisalze oder Chlorbaryum. Mit Alkalien geht es neutrale Verbindungen ein, aus welchen es ebenfalls durch Metallsalze präcipitirt wird. Mit ätzenden Alkalien gekocht, entwickelt es Ammoniak und verwandelt sich in eine Substanz, welche nach Mulder das eigentliche Tritoxyd seines Proteins nach der neuern Formel ist, nämlich $C_{36}\ H_{25}\ N_4\ O_{10} + 3\ O + 3\ HO$.

Zusammensetzung. Dieser Körper ist von *Mulder*[1]) entdeckt und analysirt worden; er fand ihn zusammengesetzt im Durchschnitt von mehr als 5 Analysen aus:

Kohlenstoff	51,69
Wasserstoff	6,64
Stickstoff	15,09
Sauerstoff	26,58
	100,00

In seiner neuesten Abhandlung betrachtet *Mulder* diesen Körper als eine Verbindung des eigentlichen Proteïntritoxyds mit Ammoniak, nach der Formel $H_4\ N\ O + 2\ (C_{36}\ H_{25}\ N_4\ O_{13}) + 3\ HO$.

Darstellung. Zuerst wurde dieser Körper von *Mulder* dargestellt, indem er sein Eiweissproteïn mit Chlor behandelte, wodurch er jenen Körper erhielt, den er damals chlorigsaures Proteïn nannte; dieser Stoff bildete bei der Zersetzung durch Ammoniak den fraglichen Körper. Später lehrte ihn Mulder durch längeres Kochen von Fibrin oder Albumin mit Wasser an der Luft darstellen; er geht hierbei in Lösung über; diese wird filtrirt, abgedampft und der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, das in Alkohol unlösliche wieder in Wasser gelöst und durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt; der ausgesüsste

---

[1]) *Mulder*, Journ. f. pr. Ch Bd. 22, S. 340. Bull. de Néerlande. 1839. p. 404. Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 47, S. 300—320.

Niederschlag wird dann durch Schwefelwasserstoff zersetzt und die vom Schwefelblei abfiltrirte Lösung verdunstet.

Prüfung. Dieser Körper hat so wenig characteristische Eigenschaften, dass es nach unsrer jetzigen Kenntniss desselben ausserordentlich schwierig, ja unmöglich sein dürfte, ihn bestimmtest von jenen zwar häufig aber nur in geringen Mengen in thierischen Säften vorkommenden Stoffen zu unterscheiden, die man bisher in Wasser lösliche Extractivstoffe genannt hat. Aehnliche Stoffe sind z. B. die Peptone, der Speichelstoff, das Pyin und andre wenig untersuchte Thierstoffe, die nicht alle Eigenschaften mit jenem Körper theilen und daher noch nicht für identisch mit ihm gehalten werden dürfen, obgleich manche Unterschiede wohl durch die beigemengten Substanzen bedingt werden mögen. Die organisch-analytische Chemie hat daher hier eine sehr grosse Lücke auszufüllen, um später uns über das wahre Vorkommen dieses Stoffs aufzuklären. Leider lässt es sich aus thierischen Flüssigkeiten gar nicht rein darstellen, so dass an die Anstellung einer Elementaranalyse zur etwaigen Bestätigung unsrer Diagnose nicht zu denken ist.

Physiologisches Verhalten.

Nach *Mulder* soll dieser Körper im normalen Blute und in allen Exsudatflüssigkeiten, daher auch im Eiter vorkommen; erheblich vermehrt soll er sich im Blute bei Entzündungskrankheiten vorfinden *Güterbock's* Pyin des Eiters hält *Mulder* für völlig identisch mit diesem Stoffe; allein aus den eben angeführten Gründen, die Prüfung des Proteïntritoxyds betreffend, können wir es noch nicht als entschieden ansehen, dass dieser Stoff in allen jenen thierischen Flüssigkeiten vorkomme, so wahrscheinlich es auch seiner künstlichen Darstellungsweise nach ist, dass ein Stoff, der sich aus Albumin oder Fibrin in warmem Wasser an der Luft bildet, auch im Blute, wo die genannten Muttersubstanzen doch gleichen Bedingungen ausgesetzt sind, aus denselben hervorgehen werde. Sollte die Existenz dieses Stoffs sich durch genauere Untersuchungen ganz in dem Sinne bestätigen, wie ihn *Mulder* aufgefasst hat, so würden wir ein wichtiges Mittelglied der thierischen Stoffmetamorphose kennen gelernt haben, und insbesondere dem noch ungelösten Probleme der Umwandlung eiweissartiger Körper in leimgebende oder des Faserstoffs in Gewebsmasse um ein Bedeutendes näher gerückt sein.

Abkömmlinge der Proteïnverbindungen.

Die dieser Gruppe angehörigen Körper haben höchst verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften; ausser ihrem Stickstoffgehalte stimmen sie fast nur darin mit einander überein, dass sie nur im thierischen Körper vorkommen und dort hauptsächlich als Grundlage der Gewebe dienen; sie zeigen übrigens in ihrem Verhalten gegen Essigsäure und Blutlaugensalz, gegen concentrirte Salzsäure und Salpetersäure keine der wesentlichsten Eigenschaften der Proteïnverbindungen. Nur vier von diesen Stoffen sind bis jetzt genauer untersucht, obwohl über ihre innere chemische Constitution noch ebensoviel Zweifel walten, wie über die der Proteïnverbindungen.

Thierischer Leim.

Unter Leim oder Gallerte versteht man solche Thiersubstanzen, welche sich nicht als solche schon gebildet im thierischen Organismus vorfinden, sondern sich erst aus gewissen festen, thierischen Theilen durch blosses Kochen mit Wasser bilden, so dass der bis jetzt noch nicht eruirte Stoff, aus dem sich jene Körper so leicht erzeugen, als die organische Grundlage der meisten thierischen Gewebe angesehen werden kann. Jene einander höchst ähnlichen Körper, die wir mit dem gemeinschaftlichen Namen des *Leims* oder der *Gallerte* belegen, zeichnen sich insbesondere durch die Eigenschaften aus: in kaltem Wasser anzuschwellen und sehr durchscheinend zu werden, in heissem sich aufzulösen, beim Erkalten aber als durchscheinende, schlüpfrige Massen wieder auszuscheiden, und durch Chlor, Gerbsäure und mehrere Erd- und Metallsalze noch aus den verdünntesten Auflösungen gefällt zu werden.

Man hat hauptsächlich zwei Arten von Leim unterschieden, nämlich *Knochenleim*, *Tischlerleim* oder *Glutin*, und *Knorpelleim* oder *Chondrin*, wiewohl auch hier, wie beim Proteïn, mehrere Modificationen derselben vorzukommen scheinen.

Knochenleim.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. In reinem Zustande erscheint der Knochenleim in farblosen, durchsichtigen Stücken, die hart, hornartig, spröd, schwerer als Wasser, ohne Geruch und Geschmack sind und keine Reaction auf Pflanzenfarben zeigen; beim Reiben hängt er sich nicht, wie die Proteïnverbindungen, an das Pistill.

In kaltem *Wasser* erweicht der Leim, quillt auf und verliert seine Durchsichtigkeit; in warmem Wasser löst er sich zu einer farblosen, schleimigen Flüssigkeit, aus der er sich beim Erkalten als Gallerte ausscheidet, was bei gutem, hartem Leim nach *Bostock's* Versuchen noch bei einer 100fachen Verdünnung geschieht; durch wiederholtes Auflösen in heissem Wasser verliert er aber die Eigenschaft, zu gelatiniren; an der Luft säuert gelatinirter Leim allmälig und verliert dadurch ebenfalls das Vermögen, zu gestehen und zu binden. In Alkohol, Aether, Fetten und flüchtigen Oelen ist er völlig unlöslich; durch *Alkohol* wird er aus seiner warmen Lösung zu einer weissen, zusammenhängenden, fast fasrigen Masse coagulirt, die von reinem Wasser leicht wieder in der Wärme gelöst wird.

Säuren und *Alkalien* bringen aus den wässrigen Lösungen des Leims keinen Niederschlag hervor; letztre schlagen in verdünntem Zustande etwas Knochenerde nieder. Unter den organischen Säuren giebt nur *Gerbsäure* einen weissen, käseartigen Niederschlag aus Leimlösung und zwar noch bei 5000facher Verdünnung.

Unter den *Erd-* und *Metallsalzen* wird Glutin nur durch Quecksilberchlorid, Platinchlorid und schwefelsaures Platinoxyd gefällt; *Kaliumeisencyanür* schlägt ihn weder aus neutralen noch aus sauren Auflösungen nieder. Sehr stark ist dagegen die Einwirkung von *Chlor*, *Brom* und *Jod* auf Leimlösung; das erstre scheidet sogleich ein Gerinsel aus, welches hie und da fadenartig ist und nach längerer Einwirkung Verbindungen von chloriger Säure mit unzersetztem Leim hervorbringen soll. *Kreosot* macht die klare Lösung milchig trübe; Alaunerde-, Quecksilberoxydul-, Silber-, Kupfer- und Bleioxydsalze, so wie Eisenoxydul- und Oxydsalze bringen in Knochenleimlösungen keine Reaction, zuweilen aber eine geringe Trübung hervor, ebenso verhält sich basisch essigsaures Bleioxyd. *Basisch schwefelsaures Eisenoxyd* erzeugt aus Leimlösungen einen voluminösen Niederschlag, welcher beim Trocknen granatroth wird.

An der Luft geht der Knochenleim, wenn er feucht ist, sehr schnell in *Fäulniss* über; anfangs wird er sauer, später entwickelt er aber sehr viel Ammoniak; nach *Gannal*[1]) gehen die leimgebenden Gewebe unter allen festen Thierstoffen am leichtesten in Fäulniss über.

Beim *Erhitzen* erweicht trockner Leim, bläht sich auf, riecht nach verbranntem Horn, entzündet sich nur schwer und hinterlässt nach kurz vorübergehender Flamme eine voluminöse, blasige, glänzende Kohle, welche, vollkommen verbrannt, mehr oder weniger phosphorsauren Kalk hinterlässt. Die Producte der trocknen Destillation des Leims sind die aller Thierstoffe; vorzüglich wird viel kohlensaures Ammoniak erzeugt.

Durch Kochen mit concentrirter *Salpetersäure* wird der Leim allmälig in Oxalsäure, Zuckersäure, eine talgartige und eine gerbsäureähnliche Substanz umgewandelt. In concentrirter *Schwefelsäure* löst er sich zu einer farblosen Flüssigkeit auf, welche beim Kochen allmälig Leucin, Glycin und andre Stoffe liefert. Wird er aber mit *Schwefelsäure und Braunstein oder doppeltchromsaurem Kali* behandelt, so liefert er nach *Schlieper*[2]) und *Guckelberger*[3]) die meisten stickstofflosen Säuren der ersten Gruppe ($C_n H_{n-1} O_3$), ausserdem aber das sogenannte Valeronitril, Blausäure, flüchtiges Bittermandelöl, Benzoësäure und einige Aldehyde, giebt also ganz dieselben Zersetzungsproducte wie die Proteïnverbindungen; er unterscheidet sich von denselben aber dadurch, dass er noch weniger Essigsäure liefert als Fibrin, sehr wenig Benzoësäure und Bittermandelöl, dagegen mehr Baldriansäure, als irgend eine Proteïnverbindung.

Durch Kochen oder Schmelzen mit *Kalihydrat* wird der Leim unter Ammoniakentwicklung grösstentheils in Leucin und Glycin zerlegt.

Zusammensetzung. Der Knochenleim ist von *Mulder*[4]), *Scherer*[5]), *Goudoever*[6]) analysirt worden; sie fanden darin:

---

[1]) *Gannal*, Hist. de l'embaumement etc. Paris 1838.

[2]) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59, S. 1—32.

[3]) *Guckelberger*, ebendas. Bd. 64, S. 39—100.

[4]) *Mulder*, Bullet. de Néerlande. T. 1, p. 23. Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 46, S. 205—207.

[5]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 46—49.

[6]) *Goudoever*, ebendas. Bd. 45, S. 62—67.

	Mulder,	*Scherer,*	*Goudoever,*
Kohlenstoff	50,40	50,76	50,00
Wasserstoff	6,64	7,15	6,72
Stickstoff	18,34	18,32	—
Sauerstoff	24,62	23,77	—
	100,00	100,00	

Aus diesen Analysen hat sich noch keineswegs mit Sicherheit eine chemische Formel ableiten lassen. *Mulder* berechnete ursprünglich dafür $C_{13}\ H_{10}\ N_2\ O_5$, *Liebig* $C_{52}\ H_{40}\ N_8\ O_{20}$. Man hat sich bei diesen Berechnungen vorzüglich auf die chlorigsauren Verbindungen gestützt.

Schlieper[1]) hat im Leim, aus Knochen und aus Elfenbein dargestellt, = 0,12 bis 0,14% Schwefel gefunden.

Darstellung. Um aus dem käuflichen Leime, welcher gewöhnlich durch Kochen von Hautabfällen, Sehnen, Knorpeln und Schwimmblasen mancher Fische gewonnen wird, ein möglichst reines Glutin darzustellen, empfiehlt *Berzelius*, denselben in Wasser einzuweichen, öfter auszudrücken und ihn dann in kaltem Wasser in einem leinenen Sacke aufzuhängen, damit alle noch rückständigen, in Wasser löslichen Substanzen, vom Wasser aufgelöst, sich zu Boden senken; nachdem so alles Lösliche entfernt worden ist, wird der im Sack enthaltene aufgeweichte Leim bis + 50° erwärmt, wo er ganz flüssig wird, und dann schnell filtrirt. Auf dem Filter bleiben die albuminösen und schleimigen Theile zurück, während die heisse Leimlösung durch das Filter geht und sehr bald wieder gelatinirt.

Um aus den Knochen Glutin zu bereiten, digerirt man dieselben zur Extraction der Knochenerde längere Zeit mit verdünnter Salzsäure, lässt den rückständigen Knorpel dann zur Entfernung der adhärirenden Salzsäure längere Zeit in reinem Wasser liegen, und kocht ihn endlich mit Wasser. Der aus den Knochen, Häuten und Sehnen erhaltene Leim bleibt indessen immer etwas gelblich gefärbt.

Reines, farbloses Glutin erhält man nur aus dem Zellgewebe, geraspeltem Hirschhorn, Kalbsfüssen und der Schwimmblase mehrerer Fische, indem man dieselben bis zur völligen Lösung kocht, heiss filtrirt, und nach der oben von *Berzelius* angegebenen Methode von fremdartigen Substanzen befreit.

Verbindungen. Leitet man *Chlorgas* in eine wässrige Leimlösung, so wird jede einzelne Gasblase von einer Leimhaut umhüllt;

---

1) *Schlieper*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58, S. 379—381.

die Flüssigkeit selbst wird milchig, auf ihrer Oberfläche setzen sich weisse Flocken ab und am Boden des Gefässes scheidet sich eine halb durchscheinende Gallert aus. Die an der Oberfläche ausgeschiedene Substanz ist schaumig, schneeweiss, zäh und elastisch, riecht deutlich nach chloriger Säure, und kann unter + 40° getrocknet werden, ohne sich zu färben: ist sie etwas getrocknet, so lässt sie sich bei + 100° von allem Wasser befreien und verliert auch dann erst allen Geruch nach chloriger Säure. In diesem Zustande ist der Körper weiss, leicht pulverisirbar, in Wasser und Alkohol unlöslich. Mit Ammoniak übergossen, entwickelt der Körper Stickstoff und hinterlässt Salmiak und unveränderten Leim.

Mulder[1]) fand, dass sich hier durch Einwirkung von Chlor und Wasser auf die organische Substanz Salzsäure und chlorige Säure gebildet habe, von denen die letztre eine Verbindung mit dem unveränderten Leim eingeht, welche aus 1 Aequiv. Säure und 4 Aeq. Glutin besteht.

Das Atomgewicht dieser Substanz ist, ihre Zusammensetzung $= C_{52} H_{40} N_8 O_{20} + ClO_3$ angenommen, $= 8544{,}26$. *Mulder* hat noch 2 Verbindungen von Glutin mit chloriger Säure in dem oben erwähnten gallertartigen Absatze der Glutinlösung gefunden, nämlich eine Verbindung von 1 At. Glutin mit 1 At. chloriger Säure $= C_{13} H_{10} N_2 O_5 + ClO_3$ und eine von 3 At. Leim und 2 At. Säure $= C_{39} H_{30} N_6 O_{15} + 2\,Cl\,O_3$.

Die Einwirkung der *Säuren* auf Glutin ist im Ganzen noch wenig untersucht; mit verdünnteren Mineralsäuren scheint es Verbindungen einzugehen, die jedoch wie das reine Glutin beim Erkalten gelatiniren. Concentrirte *Essigsäure* löst in Wasser aufgeweichten Leim auf, und benimmt ihm die Eigenschaft, beim Erkalten zu gelatiniren, nicht aber die, beim Eintrocknen zu leimen.

Nur die *Gerbsäureverbindung* ist von *Mulder* etwas genauer untersucht worden: frisch gefällt ist sie weiss, käseartig, getrocknet hart, spröde, pulverisirbar, in Wasser und Alkohol unlöslich. Fällt man das Glutin mit überschüssiger Gerbsäure, so erhält man eine Verbindung von gleichen Aequivalenten Leim und Gerbsäure $= C_{13} H_{10} N_2 O_5 + C_{18} H_7 O_{11}$; wird dagegen Gerbsäure mit überschüssigem Leim versetzt, so besteht der Niederschlag aus 3 Aequ. Leim und 2 Aequ. Gerbsäure $= C_{39} H_{30} N_6 O_{15} + C_{36} H_{14} O_{22}$.

Verbindungen von Glutin mit *Alkalien, Erden* und reinen *Metalloxyden* sind zur Zeit noch nicht bekannt. Aetzkalk löst sich in Leimwasser auf. Dagegen kann das Glutin sich mit mehreren *basischen Salzen* verbinden; frischgefällte Knochenerde löst sich in nicht unbedeutender Menge in Glutinlösung auf. Leimlösungen geben mit Alaun

---

[1]) *Mulder*, Bull. de Néerl. T. 2, p. 152.

sowie mit schwefelsaurem Eisenoxyd nur auf Zusatz eines Alkalis Niederschläge, die aus Glutin und einem basischen Salz $= \dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{S}}$ und $\dddot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{S}}_2$ bestehen. Der durch schwefelsaures Platinoxyd entstandene Niederschlag scheint basisch schwefelsaures Platinoxyd $= \ddot{\mathrm{Pt}}\dddot{\mathrm{S}}$ zu enthalten.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. *Haller* sagte: *Dimidium corporis humani gluten est.* Man fand indessen sehr bald, dass dieser Satz dahin abgeändert werden müsse, dass die Hälfte der festen Theile des thierischen Körpers sich durch Kochen mit Wasser in Leim verwandeln lasse, dass aber der Leim als solcher durchaus noch nicht im thierischen Körper enthalten sei. Lange hat man noch darüber gestritten, ob wenigstens nicht in der Schwimmblase gewisser Fische der Leim bereits fertig gebildet vorkomme; wiewohl auch dieses nicht wahrscheinlich ist.

Man theilte die Gewebe des menschlichen Körpers in leimgebende und eiweissartige; so viel passendes diese Eintheilung anfangs zu haben schien, so widersprachen ihr doch bald die Erfahrungen von Chemikern und Anatomen; *Berzelius* und *E. H. Weber* sahen sich nämlich, da sie namentlich die permanenten Knorpel nicht durch Kochen in Leim verwandeln, und doch in ihnen auch nichts eiweissartiges wahrnehmen konnten, veranlasst, die Knorpel in leimgebende und nicht leimgebende einzutheilen und somit die ältere Eintheilung der Gewebe aufzugeben. *Joh. Müller* beschäftigte sich später genauer mit der Structur und Constitution der Knorpel und fand, dass auch die permanenten Knorpel und Faserknorpel, die man bisher für nicht leimgebend gehalten hatte, durch mehrstündiges anhaltendes Kochen in eine gelatinirende und leimende Substanz verwandelt werden könnten; zugleich entdeckte er aber auch, dass diese Substanz in vielen andern Eigenschaften nicht mit dem gewöhnlichen Leim übereinstimme; er nannte dieselbe daher Knorpelleim oder Chondrin.

Der Knochenleim wird nur aus folgenden Geweben durch längeres oder kürzeres Kochen mit Wasser erhalten: aus den Knorpeln der Knochen (nach der Ossification), aus den Sehnen, dem Corium, Kalbsfüssen, Hirschhorn, der Hausenblase, den Fischschuppen und den permanenten Knorpeln, sobald diese krankhaft verknöchert sind. Die Umwandlung dieser thierischen Theile in Glutin geht vor sich, ohne dass ein Gas aus der Flüssigkeit entwickelt oder aus der Luft absorbirt wird; Säuren befördern diese Metamorphose wie so viele ähnliche in

der organischen Chemie, die auch schon durch blosses Kochen statt haben, aber durch Säuren schleuniger vor sich gehen; wir brauchen hier nur an das Stärkmehl zu erinnern. Uebrigens werden wir auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen, wenn von den betreffenden Geweben selbst und ihrem Verhältniss zum Leime die Rede sein wird.

Ursprung. Die Entstehung des Leims aus den leimgebenden Geweben, haben wir so eben angedeutet; ein Vergleich der Analysen reinen Leims mit denen jener Gewebe wird uns später lehren, dass die chemische Zusammensetzung gar nicht oder nur um einige Atome Wasser differirt; es scheint also bei der Leimbildung die Gewebsmaterie nur eine Umlagerung ihrer Atome, eine Metamerie, zu erleiden, oder höchstens Wasser aufzunehmen, ganz so wie Amylon, Inulin, Lichenin durch längeres Kochen in Dextrin oder Krümelzucker umgewandelt werden.

Ebenso werden wir erst bei der Zellenbildung und Entwicklungsgeschichte auf die Entstehung des leimgebenden Stoffs aus dem eiweissartigen ausführlicher zurückkommen.

Nutzen. Es geht aus dem eben Gesagten hervor, dass hier eigentlich nicht die Rede davon sein kann, welchen Nutzen der Leim im thierischen Körper habe. Die Gewebe selbst, aus denen wir beim Kochen Leim erhalten, gehen nur die Histologie an, und liegen für jetzt noch wenig in dem Bereiche der chemischen Untersuchung. Schon eine oberflächliche Betrachtung des Thierkörpers lehrt uns, dass die leimgebenden Gewebe meist zu den sogenannten niedern Geweben gehören, welche nur durch ihre physischen Eigenschaften nützen; sie geben häufig den Muskeln feste Ansatzpunkte, bilden um edle, leicht verletzbare Theile feste Hüllen, machen die Bewegungen des Körpers ihrer Elasticität wegen gleichmässiger, schützen den Körper vor den nachtheiligen Folgen starker Erschütterungen, geben ihrer schlechten Wärmeleitungsfähigkeit wegen dem Körper Schutz gegen schnellen Temperaturwechsel, und nützen zuweilen, wie in der Cornea ihrer Durchsichtigkeit halber, als brechende Medien.

Knorpelleim.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Das Chondrin erscheint trocken als durchsichtige, hornartige, glänzende Masse, die meist farbloser ist als Knochenleim; durch Reiben wird es nicht electrisch; rücksichtlich seines Verhaltens zu den indifferenten Lösungsmitteln, gegen Hitze und gegen Quecksilberchlorid, Gerbsäure und Chlor stimmt es ganz mit dem Glutin überein; indessen ist sein Verhalten zu Säuren und den meisten Metallsalzen ein ganz anderes. *J. Müller*[1]) zeigte schon, dass *Essigsäure* einen bedeutenden Niederschlag aus Chondrinlösungen giebt, der sich selbst in concentrirter Essigsäure nicht auflöst. *Fz. Simon*[2]) und *Vogel*[3]) zeigten später, dass die meisten Säuren aus Chondrinlösungen Niederschläge geben, welche aber, wegen der Leichtigkeit, mit welcher sie sich schon in einem geringen Ueberschuss von Säure wieder auflösen, sehr leicht übersehen werden können. *Alaun*, *Eisen-* und *Kupfervitriol*, *neutrales* und *basisch essigsaures Bleioxyd*, *schwefelsaures Eisenoxyd*, *salpetersaures Silberoxyd* und *Quecksilberoxydul* bewirken starke Fällungen. Die durch Alaunerdesalze bewirkten Niederschläge bilden weisse, compacte Flocken, welche beim Trocknen sehr zusammenbacken; dieselben sind auch in Wasser unlöslich, lösen sich aber im Ueberschuss des Erdsalzes, so wie in Lösungen von Kochsalz und essigsauren Alkalien wieder auf. Der durch schwefelsaures Eisenoxyd entstandene Niederschlag löst sich nicht in einem Ueberschuss des Fällungsmittels, wohl aber im Kochen auf. Im Uebrigen verhält sich das Chondrin gegen Alkohol, Kreosot, Chlor, Brom, Jod und Kaliumeisencyanür, so wie gegen Hitze oder die gewöhnlichen atmosphärischen Einflüsse ganz wie das Glutin; indessen sind seine Verbindungen mit andern Körpern und seine Zersetzungsproducte noch keineswegs näher untersucht.

Zusammensetzung. *Mulder*[4]) hat auch das Chondrin zuerst einer Elementaranalyse unterworfen; er fand darin ausser den gewöhnlichen Elementen animalischer Substanzen etwas freien Schwefel, so wie über 4% einer meist aus Knochenerde bestehenden Asche. Später

---

[1]) *J. Müller*, Pogg. Ann. Bd. 38, S. 295.
[2]) *Fz. Simon*, medicin. Chemie Bd. 1, S. 108.
[3]) *Vogel*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 21, S. 426.
[4]) *Mulder*, Natuur en Scheik. Arch. 1837, p. 450 und 1838 p. 163.

ist es auch von *Scherer*[1]) und *Schröder*[2]) analysirt worden; diese Analysen ergaben:

	Mulder.	*Scherer.*	*Schröder.*
Kohlenstoff	49,96	50,754	49,88
Wasserstoff	6,63	6,904	6,61
Stickstoff	14,44	14,692	—
Sauerstoff	28,59	27,650	—
Schwefel	0,38		
	100,00	100,000	

Mulder construirt hieraus die Formel C_{32} H_{26} N_4 O_{14}, *Scherer* C_{48} H_{40} N_6 O_{20}.

Darstellung. Das Chondrin erhält man am leichtesten durch 18- bis 24stündiges Kochen von Rippen-, Kehlkopf- oder Gelenkknorpeln mit Wasser; um die Chondringallerte zu reinigen, verfährt man wie beim Glutin, und zieht den getrockneten Rückstand mit Alkohol aus.

Physiologisches Verhalten.

Vorkommen. In Bezug auf das Vorkommen des Chondrins im thierischen Organismus gilt ganz dasselbe, was oben vom Glutin gesagt worden ist; das Chondrin findet sich nicht fertig gebildet im Organismus, sondern es wird durch längeres Kochen gewisser Gewebe mit Wasser gebildet; alle permanenten Knorpel liefern in gesundem Zustande Chondrin beim Kochen. Merkwürdig ist die schon oben berührte, von *J. Müller* entdeckte Thatsache, dass die Knochenknorpel nicht nur vor der Ossification Chondrin geben, sondern auch zuweilen in Folge von krankhaften Veränderungen und besonders Auftreibungen. Es geht hieraus hervor, dass Chondrin und Glutin trotz ihrer völlig verschiedenen Zusammensetzung in einer bestimmten Relation zu einander stehen müssen. Welches aber diese Relation ist, lässt sich zur Zeit noch keineswegs errathen.

Uebrigens finden sich in den thierischen Organismen noch mehr leimartige Körper, welche weder zu dem Chondrin noch zu dem Glutin gezählt werden können. So hat *J. Müller* gezeigt, dass z. B. in der *Osteomalacie*, wo der phosphorsaure Kalk zuweilen ziemlich geschwunden ist, die Knochen weder Glutin noch Chondrin geben, dass ferner aus dem *elastischen Gewebe* der Arterien nach lange fortgesetztem Kochen eine Art Leim erhalten werde, welche sich vom Chondrin blos

[1]) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40, S. 49—51.
[2]) *Schröder*, ebendas. Bd. 45, S. 52—58.

dadurch unterscheidet, dass sie nicht von schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt wird; dass die Knochen der Knorpelfische durch Kochen in eine nicht gelatinirende, aber sehr gut leimende Substanz verwandelt werden, welche übrigens dem Chondrin ähnlich sich gegen Essigsäure und Metallsalze verhält, durch Platin-, Silber- und Goldoxydsalze aber nicht gefällt wird, dass endlich die ossificirten Fischknorpel beim Kochen eine nicht gelatinirende Flüssigkeit liefern, welche zwar durch Gerbsäure, aber nicht durch Essigsäure und Thonerdesalze gefällt wird, und demnach mehr dem Glutin ähnelt.

Ursprung. Schon unter dem Glutin ist angedeutet worden, dass wir über die Entstehung des Chondrins noch völlig im Dunkeln sind; es ist höchst wahrscheinlich nach obigen Erfahrungen *J. Müller's*, dass das Glutin sich aus dem Chondrin bilde; wie? darüber muss die Zukunft entscheiden.

Nutzen. Die chondringebenden Gewebe des thierischen Körpers nützen durch dieselben physischen Eigenschaften, wie die glutingebenden; namentlich tritt in ihnen die Elasticität als eine ihrer wichtigsten Eigenschaften hervor.

Fibroïn.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Weisse, amorphe Masse, ohne Geruch und Geschmack, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, wird von concentrirter Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure aufgelöst, aus der mit Wasser verdünnten Säure aber durch Gerbsäure niedergeschlagen; in Essigsäure und Ammoniak unauflöslich; in concentrirter Kalilauge wird es aufgelöst und dabei in verschiedene Stoffe zersetzt. Beim Erhitzen wird diese Substanz unter Entwicklung von Ammoniak und brenzlichen Dämpfen zerstört.

Zusammensetzung. Dieser Körper ist von *Mulder* [1]) entdeckt und analysirt worden; er besteht nach seinen Analysen (im Mittel von vier Verbrennungen) aus:

Kohlenstoff	48,61
Wasserstoff	6,50
Stickstoff	17,34
Sauerstoff	27,55
	100,00

[1]) *Mulder*, Natuur en Scheik. Archief D. 3, p. 93. D. 5, p. 281.

Mulder berechnet hieraus die Formel: $C_{39}\ H_{31}\ N_6\ O_{17}$, wornach das Fibroïn = ist 3 At. Leim unter Aufnahme von 1 At. Sauerstoff und 1 At. Wasser, denn $3\ (C_{13}\ H_{10}\ N_2\ O_5) + HO + O = C_{39}\ H_{31}\ N_6\ O_{17}$. *Mulder* fand übrigens mit *Croockewit*[1]), dass die Substanz des gewöhnlichen Badeschwamms denselben Stoff nur in Verbindung mit Jod, Schwefel und Phosphor enthalte und betrachtet nach *Croockewit's* Analysen dieselbe als bestehend aus: 20 At. Fibroïn, 1 At. Jod, 3 At. Schwefel und 5 At. Phosphor; denn es wurde in dem Schwamme 1,08% Jod, 0,50% Schwefel und 1,90% Phosphor neben den Elementen des Fibroïns gefunden.

Darstellung. Seidenfäden oder Herbstfäden werden mit Wasser und starker Essigsäure so lange ausgekocht, bis die eiweissartige und leimartige Substanz derselben aufgelöst ist. Die Schwammsubstanz wird auf gleiche Weise gereinigt.

Physiologisches Verhalten.

Diese Substanz ist bis jetzt nur in dem erwähnten Secret von Raupen und Spinnen gefunden worden; ursprünglich ist sie, wie physiologische Untersuchungen zeigen, eine schleimige Flüssigkeit, die von den Spinngefässen jener Thiere abgesondert, erst an der Luft erhärtet. Unter dem Mikroskop erscheint die flüssige Masse vollkommen amorph.

Der Badeschwamm ist bekanntlich das trockne Skelet eines Thieres, welches zu den Poriferen (*Grant.*) gehört und Spongia officinalis (*Linn.*) genannt wird. Die chemische Constitution spricht unter andern Gründen auch dafür, dass die Spongia zu den Thieren und nicht zu den Pflanzen gehört, da wir nirgends im Pflanzenreiche einer dem Fibroin auch nur entfernt ähnlichen Substanz begegnen.

Da die Physiologie jener niedern Thiere noch so wenig erforscht ist, so lässt sich über die Entstehung jener Substanz um so weniger eine Hypothese aufstellen, als trotz der genauesten Analysen *Mulder's* die innre chemische Constitution dieser Substanz noch keineswegs als erforscht angesehen werden kann. *Mulder's* Vergleich der Zusammensetzung dieses Körpers mit der des Leims kann nicht mehr andeuten, als die Analogie im Bezug auf den physiologischen Werth beider Substanzen, d. h. die Natur erzeugt auch in diesen niedern Thieren ein ähnliches Atomenaggregat, um die feste Grundlage jener wenig vitalen oder vielmehr ganz leblosen Gewebe zu bilden. Der Nutzen dieser Substanz ist daher nur ein rein mechanischer.

---

[1]) *Croockewit*, Scheik. Onderz. D. 2, p. 1.

Chitin.

Chemisches Verhalten.

Eigenschaften. Diese Substanz, die von *Lassaigne* auch *Entomaderm* genannt wurde, ist ein weisser amorpher Körper, der meist die Form des Gewebes behält, aus welchem er dargestellt worden ist; er ist in Wasser, Essigsäure und Alkalien unlöslich; wird aber von concentrirter Salpetersäure und Salzsäure ohne Färbung aufgelöst; aus dieser Lösung bewirkt Gerbsäure nach der Neutralisation mit Ammoniak einen Niederschlag. In concentrirter Schwefelsäure quillt es auf und zerfliesst ohne Farbenveränderung, allmälig scheidet sich jedoch eine schwarze Masse ab, während Essigsäure und essigsaures Ammoniak in Lösung bleibt; schweflige Säure oder Ameisensäure wird dabei nicht gebildet. Durch die concentrirteste Kalilösung wird es selbst beim Sieden nicht zersetzt; in verschlossenen Röhren mit Wasser bis 280° erhitzt wird es braun und brüchig, ohne dass eine Structurveränderung durch das Mikroskop an ihm wahrgenommen werden kann. Bei der trocknen Destillation dieser Substanz ist zweierlei bemerkenswerth; sie schmilzt nämlich nicht und hinterlässt eine Kohle, die bei der mikroskopischen Untersuchung immer noch die Form des ursprünglichen Gewebes zeigt; ferner aber giebt sie trotz ihres Stickstoffgehaltes saure Destillationsproducte, in denen ausser Wasser und Essigsäure essigsaures Ammoniak und etwas brenzliches Oel gefunden werden.

Zusammensetzung. Dieser Körper ist von *Lassaigne*[1]), *Payen*[2]) untersucht und von *C. Schmidt*[3]) am genauesten erforscht worden. *Payen*[2]) fand viel zu wenig Stickstoff. Die Resultate einiger Versuche, die ich mit dem Chitin angestellt habe, stimmen vollkommen mit denen Schmidt's überein. Es wurde gefunden von

	Schmidt.	*Lehmann*[4]).
Kohlenstoff	46,64	46,734
Wasserstoff	6,60	6,594
Stickstoff	6,56	6,493
Sauerstoff	40,20	40,179
	100,00	100,000

[1]) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 9, p. 379.
[2]) *Payen*, Compt. rend. T. 17, p. 227.
[3]) *C. Schmidt*, zur vergleichend. Physiol. der wirbellos. Th. 1845, S. 32—69.
[4]) *Lehmann*, Jahresber. d. ges. Med. 1844, S. 7.

Als einfachsten Ausdruck für diese Zusammensetzung nimmt *Schmidt* die Formel: C_{17} H_{14} N O_{11} an. Derselbe macht insbesondre auf das eigenthümliche Verhalten dieses Körpers bei seiner Zersetzung in der Hitze sowohl, als durch Säuren aufmerksam, und kommt zu dem sehr interessanten Resultate, dass dieser den vegetabilischen Stoffen und vorzugsweise der Pflanzenfaser so ähnliche Körper als zusammengesetzt betrachtet werden kann aus einem der Cellulose ähnlichen Kohlenhydrat und einem stickstoffhaltigen Körper, welcher die Zusammensetzung der Insectenmuskelfaser hat. Letztere berechnet er aus seinen Analysen zu: C_8 H_6 N O_3 daher; C_{17} H_{14} N O_{11} — C_8 H_6 N O_3 = C_9 H_8 O_8.

Darstellung. Man gewinnt diesen Körper am besten aus den Flügeldecken der Maikäfer, indem man dieselben mit Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure und Alkalien auskocht, wobei der Körper stets die Structur der Flügeldecken oder die andrer Insectengewebe, aus denen er dargestellt wurde, vollkommen beibehält.

Physiologisches Verhalten.

Dieser Körper bildet das eigentliche Skelet aller Insecten, zu denen auch in dieser Hinsicht die Krebse gehören; er bildet aber nicht blos das äussere Gerüst derselben, die Schuppen und Haare u. dergl., sondern constituirt auch die Tracheen derselben und dringt so in die feinsten Theile der Organe ein, ja selbst eine Schicht des Darmkanals der Insecten besteht aus Chitin; man kann daher alle diese Theile durch Behandlung der Insecten mit Kalilauge sehr gut darstellen und dann noch mikroskopisch die feinsten Theile z. B. Klappen der Tracheenmündungen untersuchen.

Sollte sich die angeführte Hypothese *Schmidt's* über die Constitution des Chitins durch weitere Untersuchungen bestätigen, so würde die Entstehung des Chitins aus den Nahrungsstoffen der Insecten uns sehr erklärlich dünken.

Das Chitin ist, wenn wir seine Verwendung im Insectenorganismus berücksichtigen, diejenige Substanz, welche den Namen einer histogenetischen am meisten verdient.

Ehe wir die organischen Substrate des thierischen Organismus verlassen, sei es erlaubt noch einen Rückblick auf die Anordnung zu werfen, in welcher wir jene Stoffe betrachtet haben. Wir bemerkten be-

reits im Eingange der Zoochemie, dass eine physiologische Eintheilung der thierischen Stoffe mit einer chemischen vollkommen coïncidiren müsse; wir haben uns jetzt am Ende der Zoochemie überzeugt, dass leider unsre Kenntniss der organischen Substrate des Thierkörpers immer noch sehr mangelhaft ist; wir konnten daher vorläufig nur den praktischen Gesichtspunkt bei Eintheilung und Einreihung der einzelnen Stoffe festhalten, indem wir von den einfacher constituirten Stoffen zu den complicirteren übergingen und dabei versuchten, die chemisch ähnlichen mit den physiologisch gleichwerthigen zusammenzustellen. Die Mangelhaftigkeit der von uns gewählten Anordnung der einzelnen Gegenstände mag in der oft hervorgehobenen und offen bekannten Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse ihre Entschuldigung finden. Denn je weniger die Natur der gewöhnlichen Einschachtelungsweise, der beliebten Systemmacherei zu Hülfe kommt, desto mehr muss gerade in einer Disciplin, die sich mit Erklärung des Ablaufs von *Naturprocessen* beschäftigt, nach bestimmten *einheitlichen Momenten* gesucht werden, aus denen die unendliche Mannigfaltigkeit der Eigenschaften der Stoffe und der Erscheinungen abzuleiten und ein wahrhaft wissenschaftliches Ganze herzustellen ist. Das müssige Zusammenwürfeln lose unter einander zusammenhängender oder ganz beziehungsloser Eigenschaften ist es, was das Studium der Chemie überhaupt so ausserordentlich erschwert und es zum blossen Gedächtnisswerk herabgewürdigt hat. Es fehlt uns in der Chemie fast noch gänzlich an logischen Begriffen, d. h. von den meisten Körpern und Processen erlangen wir höchstens klare Vorstellungen, aber keine deutlichen Begriffe (im logischen Sinne); es fehlt uns dafür an den einheitlichen Momenten, um welche herum, wie um einen Kern, die einzelnen Eigenschaften und Fähigkeiten der Stoffe gleichsam auskrystallisiren, so dass sie unter einander in denselben mathematischen Beziehungen stehen, wie die Kanten und Winkel eines Krystalls. Erst wenn uns die Chemie gelehrt haben wird, die Eigenschaften jedes einzelnen Körpers in innige Beziehungen zu einander zu bringen, zu einem organischen Ganzen zu verflechten: erst dann wird sie der Physik als gleichgeborne Schwester zur Seite treten können, erst dann wird der Calcul auch auf sie in vollster Ausdehnung angewendet werden können; erst dann wird das allein rationelle Eintheilungsprincip so wie eine wissenschaftliche Theorie der chemischen Stoffe gefunden sein. Die schönen Untersuchungen eines *Kopp* und mehrerer Anderer über die arithmetischen Verhältnisse der Dichtigkeiten und Siedepunkte der Halidbasen, der flüchtigen Säuren und der Halidsalze so wie die Verglei-

chungen der Verdichtungscoëfficienten der constituirenden Elemente mit den übrigen Eigenschaften der constituirten Stoffe möchten zur Erlangung logischer Begriffe, zur Erzielung eines solchen Grades der chemischen Erkenntniss für jetzt nur noch den Anfang des Anfangs bilden. Wenn wir aber einmal logische Begriffe für die einzelnen thierischen Substrate gefunden haben werden, wenn wir im Stande sein werden, aus der Zusammensetzung eines Stoffs dessen chemische Eigenschaften, oder aus einer gewissen Zahl dieser Eigenschaften seine Zusammensetzung a priori zu construiren: dann wird uns in der physiologischen Chemie nicht nur das Eintheilungsprincip für die betreffenden Stoffe nicht fehlen, sondern wir werden auch die Mittel erlangt haben, um die vitalen Processe der Ernährung und Ausscheidung des Stoffwechsels überhaupt mit derselben Sicherheit zu erforschen und zu begreifen, wie es nur die exactesten Wissenschaften gestatten.

Mineralsubstanzen des thierischen Körpers.

Bei der grossen Ausbildung, deren sich die anorganische Chemie der organischen gegenüber zu erfreuen hat, sollte man erwarten, dass auch unsre Kenntniss der Mineralsubstanzen pflanzlicher und thierischer Körper jene der organischen bei weitem übertreffe: allein leider müssen wir das offne Bekenntniss ablegen, dass wir in der Erforschung dieser Stoffe noch viel weiter zurück sind, als in der vieler organischer Materien. Diess liegt aber nicht etwa daran, dass man den Mineralstoffen organisirter Körper weniger Aufmerksamkeit geschenkt hätte, sondern vorzugsweise in der Schwierigkeit, diese Stoffe von den organischen Materien unverändert zu trennen und sie in den Zuständen und in den Verbindungen zu erkennen, in welchen sie wirklich in der organischen Materie präformirt enthalten sind. Aus den feuerbeständigen Producten der Einäscherung oder Verbrennung organischer Substanzen lässt sich nicht auf die Verbindungen schliessen, in welchen jene in der organischen Materie sich befanden. Es ist auch wohl keinem denkenden Chemiker in den Sinn gekommen, zu glauben, dass die Oxyde und Salze der Asche bereits als solche in den Säften und Geweben belebter Körper existirten. Man hat aber oft bei dem Mangel an Mitteln, die wahre Constitution jener Stoffe in organischen Theilen zu erforschen oder nur zu errathen, auf die Bestimmungen der Asche und ihrer Bestandtheile einen höhern Werth gelegt, als sie wirklich verdienten, und hat mehr aus den Ergebnissen solcher Analysen schliessen zu dürfen geglaubt, als man bei näherer Erwägung der beim Einäschern wirkenden Agentien zu schliessen berechtigt war; man hat sich nicht daran erinnert, dass die Menge und Constitution vieler Aschenbestandtheile sehr abhängig ist von der Höhe des zum Einäschern verwendeten Temperaturgrades, dass ein grosser Theil der Substanzen durch die gleichzeitige Einwirkung von Hitze und Kohle verflüchtigt, und dass die einzelnen Bestandtheile der Asche sich in ganz andern Richtungen angezogen und vereinigt haben, als sie in der organischen Materie vorhanden waren.

Wir erlauben uns hier nur auf einige Umwandlungen hinzuweisen, welche die Mineralbestandtheile organischer Substanzen bei starkem Glühen unter reichlichem Luftzutritt nothwendiger Weise erleiden müssen. Derjenige Schwefel und Phosphor, welcher in der organischen

Substanz nicht als Schwefelsäure und Phosphorsäure enthalten ist, muss in der Asche als Schwefelsäure und Phosphorsäure an Basen gebunden sein; an diese Nothwendigkeit hat man wohl gedacht, allein man hat oft genug vergessen, die Consequenzen davon zu berücksichtigen. Lenken wir unsre Aufmerksamkeit zunächst auf die Schwefelsäure, so wird sich herausstellen, dass die Zahl der in der Asche gefundenen Schwefelsäure fast nie der richtige Ausdruck für die Menge der in der organischen Substanz präformirten Schwefelsäure oder des darin enthaltenen Schwefels sein kann. Denn denken wir uns allen Schwefel zu Schwefelsäure verbrannt und an die vorher an organische Substanzen oder Kohlensäure gebundenen Basen getreten, so wird doch, selbst wenn diese Basen zur Sättigung der gebildeten Schwefelsäure ausreichen (was z. B. bei der Galle durchaus nicht der Fall ist), ein grosser Theil des Schwefels dadurch verloren gehen, dass die Sulphate in Berührung mit der so schwer einzuäschernden stickstoffhaltigen Kohle sich in Schwefelmetalle verwandeln, von denen beim fortgesetzten Calciniren ein grösserer oder geringerer Theil als schweflige Säure entweichen wird. Bei sehr starkem Glühen entzieht das gewöhnliche phosphorsaure Natron nicht blos den kohlensauren (vergl. oben S. 102) sondern selbst den schwefelsauren Alkalien so wie den Chlormetallen der Asche einen Theil Basis, so dass dadurch nicht nur alles kohlensaure Alkali in der Asche schwinden, sondern auch ein Theil Salzsäure oder Schwefelsäure verloren gehen kann. Enthält eine Asche saures phosphorsaures Natron, wie das z. B. bei milchsäurefreiem Harn zuweilen der Fall ist, so muss nothwendiger Weise ein Theil Phosphorsäure verloren gehen; denn man weiss, wie schwer verbrennlich die Kohle bei Gegenwart schmelzbarer Salze wird, und man muss sich erinnern, dass durch die Kohle ein Theil der Phosphorsäure saurer Salze reducirt und somit verflüchtigt wird. Diese wenigen Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, wie wenig man früher darauf geachtet hat, welche gegenseitigen Zersetzungen solche Mineralsalze, wie sie in den pflanzlichen und thierischen Substanzen vorkommen, erleiden theils durch die einfache Glühhitze, theils durch das Erhitzen mit noch unverbrannter Kohle, theils durch das Glühen in Sauerstoffgas.

Diese Uebelstände in der Bestimmung der Mineralbestandtheile thierischer Substanzen glaubte ich einigermassen dadurch umgehen zu können, dass ich z. B. beim Blute [1]) die organischen Substanzen zu-

[1]) *Lehmann*, Berichte der k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. 1, S. 98.

nächst ihrer Löslichkeit nach möglichst isolirte, und dann von jedem einzelnen Auszuge die Aschenbestandtheile für sich bestimmte; es liess sich auf diese Weise erwarten, dass die im Blute präformirt enthaltenen löslichen Salze sämmtlich im wässrigen und alkoholischen Extracte enthalten seien, und dass hier die Gegenwart der organischen Substanzen, da ihre Menge verhältnissmässig gering war, von minderm Einfluss auf die Zersetzung der Salze beim Einäschern sein würde. Um aber hauptsächlich den Einfluss der einzuäschernden Kohle und der phosphorsauren Salze auf die kohlensauren zu vermeiden, pflegte ich nicht alle Kohle zu verbrennen, sondern bei gelindem Feuer unter Zutritt der Luft die ursprünglich aus der organischen Substanz erhaltene Kohle nur auf ein geringes Volumen zu bringen. Die kohlehaltige Asche wurde dann mit Wasser und Salzsäure ausgelaugt und die quantitative Bestimmung der Asche durch Wägen und Subtraction der rückständigen Kohle erzielt. Allein obgleich ich auf diesem Wege ganz andre und der Natur der Sache nach richtigere Resultate erhielt, als manche der bisherigen Aschenanalysen ergeben hatten; so lässt doch diese Methode noch mancherlei Irrthümer zu und gestattet immer noch keine vollkommen klare Einsicht in die Natur der in thierischen Körpern präformirten Mineralsubstanzen. Zum Glück für die Wissenschaft hat der ausgezeichnetste Analytiker unsrer Zeit, *H. Rose*[1]), sich dieses bisher so unerquicklichen Gegenstandes angenommen, und durch eine Reihe mühsamer Untersuchungen uns zu den schönsten, zum Theil rein physiologischen Ergebnissen geführt. Die Spitze dieser neuen Errungenschaft der analytischen Chemie bildet die Thatsache, dass in der durch Hitze vollkommen verkohlten Thier- oder Pflanzensubstanz gewöhnlich mehr oder minder grosse Mengen von Alkali- und Erdsalzen enthalten sind, welche weder durch Wasser noch durch Säuren selbst bei dem andauerndsten Auslaugen aus der Kohle entfernt werden können. Diese Mineralstoffe müssen also in einem andern Zustande in der Kohle enthalten sein, als jene, die durch die verschiedenen Menstrua ausgelaugt werden können. *Rose* schliesst hieraus, dass jene Stoffe, wie Alkalien, Erden, Metalle, Phosphor, Schwefel u. dergl. zunächst in der Kohle im nicht oxydirten Zustande und in noch unbekannten Verbindungen enthalten sein müssen; er glaubt solche Verbindungen von Kalium, Natrium, Calcium, Eisen, Phosphor und Schwefel auch präformirt in

---

[1]) *H. Rose*, Pogg. Ann. Bd. 70, S. 449—465, Berichte der Akad. der Wiss. zu Berlin Decbr. 1848, S. 455—462 u. Pogg. Ann. Bd. 76, S. 305—404.

den organischen Stoffen annehmen zu dürfen, da einerseits das Verkohlen aschenfreier, organischer Stoffe (z. B. Zucker) mit den gewöhnlichen Aschenbestandtheilen nie solche Kohle lieferte, die durch die gewöhnlichen Menstruen nicht hätte vollständig von Mineralstoffen befreit werden können, und da andrerseits schon einige organische Körper bekannt sind, in welchen man nicht oxydirten Schwefel, nicht oxydirtes Eisen in eigenthümlicher Verbindung annimmt. *Rose* folgert hieraus weiter, dass in vegetabilischen und animalischen Substanzen nur diejenigen Mineralstoffe als präformirt anzusehen sind, welche aus der verkohlten Materie durch Wasser und Säuren extrahirt werden können, dass dagegen jene, welche erst durch Verbrennung der Kohle ausgeschieden werden können, der ursprünglichen organischen Materie als integrirende Bestandtheile im nicht oxydirten Zustande inhärirten.

Aus den zahlreichen Untersuchungen, die *Rose* mit vegetabilischen und animalischen Producten angestellt hat, geht hervor, dass es zwar einige giebt, welche, wie z. B. die Knochen, alle Mineralbestandtheile nur oxydirt d. h. durch die gewöhnlichen Lösungsmittel extrahirbar enthalten (er nennt sie *teleoxydische* organische Substanzen), dass dagegen die grosse Mehrzahl derselben neben oxydirten auch viel solcher unoxydirten Elemente enthält (er nennt sie *meroxydische*), dass aber bis jetzt noch keine bekannt ist, welche nur unoxydirte führte (*anoxydisch*).

Unter den Pflanzensubstanzen fand *Rose* das Stroh verschiedener Feldfrüchte fast vollkommen teleoxydisch, während die Früchte derselben Pflanzen meroxydisch sind. Rücksichtlich der Thiersubstanzen liess sich erwarten, dass, da besonders die meroxydischen Substanzen des Pflanzenreichs dem Thierkörper als Nahrung dienen, diejenigen thierischen Flüssigkeiten und Gewebe meroxydisch sein würden, welche jenen ihrer chemischen Constitution nach nahe stehen z. B. das Blut, die Muskelfaser, Milch und Eidotter, dass dagegen die Excrete als Materien, die hauptsächlich durch den Oxydationsprocess im Thierkörper entstehen, teleoxydisch sein würden. Diese Voraussetzung ist auch durch die von *Weber*, *Fleitmann*, *Weidenbusch* und *Poleck* angestellten Analysen der Galle, des Harns und der festen Excremente vollkommen bestätigt worden. Um eine Uebersicht über diese Verhältnisse zu geben, fügen wir die Zahlenresultate bei, zu welchen die Untersuchungen der Mineralbestandtheile thierischer Substanzen nach der Rose'schen Methode geführt haben; *A* drückt die Menge der durch Wasser extrahirbaren Salze aus, welche in 100 Th. Mineralstoffen der

organischen Substanz enthalten sind, *B* die der durch Salzsäure aufgelösten und *C* die der nur durch Verbrennen der Kohle bestimmbaren Salze.

	A.	*B.*	*C.*
Rindsblut	60,90	6,04	33,06
Pferdefleisch	42,81	17,48	39,71
Kuhmilch	34,17	31,75	34,08
Eigelb	40,95	8,05	51,00
Eiereiweiss	82,19	15,52	2,29
Rindsgalle	90,85	4,93	4,22
Harn	90,87	8,54	0,59
Feste Excremente	18,55	62,30	19,15

Die Reihe *C* zeigt also die Mineralsubstanzen im oxydirten Zustande an, welche nach Rose nicht oxydirt in der organischen Materie enthalten waren. Hierbei ist noch zu bemerken, dass in den festen Excrementen die Zahl der nicht extrahirbaren Mineralstoffe nur deshalb so gross ausgefallen ist, weil diesen der Sand und die Kieselsäure der Pflanzengewebe beigemengt ist; auch in dem Eiereiweiss, der Rindsgalle und dem Harne ist die Zahl der nicht oxydirten Substanzen durch die darin vorkommende Kieselsäure erhöht.

Obgleich wir durch diese Untersuchungen *Rose's* der Erkenntniss der unorganischen Bestandtheile thierischer Stoffe einen bedeutenden Schritt näher getreten sind, so dürfen wir uns doch keineswegs schmeicheln, dass wir dadurch das Ziel der Forschung erreicht haben; denn es bleibt uns nicht blos übrig, nach dieser Methode die verschiedenen normalen und krankhaften thierischen Säfte und Gewebe auf ihre Mineralstoffe zu untersuchen, sondern auch durch weitere Forschungen die Bedenken zu begründen oder zu beseitigen, welche gegen die Rose'sche Annahme von Verbindungen schwefel- und phosphorhaltiger Radicale mit Metallen etwa erhoben werden können; mit einem Worte, ehe wir jene Anschauungsweise in allen ihren Consequenzen auf die Wissenschaft anwenden, ist es erforderlich, noch eine grosse Anzahl von Thatsachen zu sammeln, um noch von andern Richtungen aus diesen so dunkeln Gegenstand zu beleuchten. Keinem Zweifel unterliegt es aber, dass für jetzt der von *Rose* eingeschlagene Weg uns zu einer richtigern Erkenntniss der in organischen Körpern präformirt enthaltenen Mineralstoffe führen muss, als irgend eine der früher benutzten Methoden.

Wenn wir aber auf dem von *Rose* zuerst betretenen Wege uns solche Gemenge von Mineralkörpern verschafft haben, wie wir sie zum Theil als präformirt in der organischen Materie annehmen dürfen,

so bleibt uns die eigentliche Analyse derselben noch übrig: auch diese war aber bisher trotz der Bemühungen der ausgezeichnetsten Chemiker noch keineswegs auf dem Höhepunkte, den man sonst in der Mineralanalyse erreicht hat. Um daher die vorliegenden Aschenanalysen zu physiologischen Folgerungen zu verwerthen, müssen wir ein Urtheil über die Methoden haben, nach welchen solche Analysen ausgeführt wurden. Wir sind namentlich in neuerer Zeit durch die Untersuchungen von *Fresenius*, *Erdmann*, *Mitscherlich*, besonders aber durch *Rose* auf eine grosse Anzahl Mängel aufmerksam geworden, die den bisherigen Untersuchungsweisen der Aschen vegetabilischer und animalischer Substanzen anhafteten, und es ist eine wahrhaft betrübende Wahrnehmung, wenn wir trotz dem die Resultate so vieler frühern Aschenanalysen den Zahlenangaben nach so genau finden, dass wir uns nur wundern können, wie nach den angewendeten Methoden die Berechnung nicht in dem einen Falle ein Minus, in dem andern ein Plus ergeben musste. Wir erinnern beispielsweise nur daran, dass vor *Rose* nur wenige darauf aufmerksam geworden sind, dass in dem unlöslichen Theile der Asche neben Erdsalzen auch Alkalisalze enthalten sind, und dass umgekehrt sehr viele die Gegenwart kohlensauren und phosphorsauren Kalks in dem wässrigen Auszuge der Asche übersehen haben, dass man ferner sich nicht daran erinnerte, dass die pyrophosphorsaure Talkerde durch Ammoniak nur sehr unvollkommen ausgefällt wird. Wie wenig selbst die scheinbar einfachsten Verhältnisse dieser Art erforscht waren, lässt sich z. B. daraus ersehen, dass *Berzelius* selbst mehrmals Zweifel über die von ihm der Knochenerde zugeschriebene Zusammensetzung aufstiegen, und dass wohl erst vor Kurzen diese Zweifel durch *Rose's* und *W. Heintz's* [1]) Untersuchung gehoben worden sind, wornach als entschieden anzusehen ist, dass der phosphorsaure Kalk der Knochen $= \dot{C}a_3 \ddot{\ddot{P}}$, und nicht, wie *Berzelius* annahm, $= \dot{C}a_8 \ddot{\ddot{P}}_3$ zusammengesetzt ist. Die Schwierigkeit, genaue Aschenanalysen auszuführen, wurde aber hauptsächlich dadurch vermehrt, dass wir bisher keine recht scharfe und verhältnissmässig leicht auszuführende Methode besassen, die Phosphorsäure aus ihren proteusartigen Salzen auszuscheiden und quantitativ zu bestimmen: indessen hat *H. Rose* [2]) neuerdings auch diesem Mangel durch seine Methode, mit-

[1]) *H. Rose* und *W. Heintz*, Ber. der Ak. d. Wiss. z. Berlin Febr. 1849, S. 50—53.

[2]) *H. Rose*, Ber. der Ak. der Wiss. z. Berlin Febr. 1849, S. 42—45.

telst Quecksilber und Salpetersäure die Säuren von den Basen gänzlich zu trennen, vollständig abgeholfen.

Wenn wir diese wenigen Andeutungen über die Aschenanalyse in Erwägung ziehen, so werden wir (ohne deshalb den Analytikern zu nahe zu treten, welche bisher sich der mühsamen Aschenuntersuchungen thierischer Körper unterzogen) zu der Ueberzeugung gelangen, dass die meisten der vorliegenden Aschenanalysen nur mit grosser Vorsicht zu benutzen und daraus physiologische Schlüsse zu entnehmen sind. Man hat aber leider auch in dieser Hinsicht sich verleiten lassen, die empirischen Resultate von Aschenanalysen ohne nähere Beurtheilung derselben zur Erklärung physiologischer Processe zu benutzen, und hat die Wichtigkeit und Wirksamkeit der Mineralsalze des Thierkörpers gerühmt, ehe man sie eigentlich selbst kannte; ja oft genug hat man den rigorösesten Skepticismus für medicinische Erfahrungen zur Schau getragen, während man ein blindes Vertrauen auf die unzuverlässigsten Zahlenbestimmungen der Chemiker setzte.

Wir erinnern in dieser Hinsicht beispielsweise nur daran, dass man den Pflanzenextracten der Officinen, namentlich den sog. resolvirenden, alle Wirkung absprach, ausser der, die sie ihrem Salzgehalte verdanken sollten; in den Salzen dieser Extracte, die man nicht oder nur höchst unvollkommen kannte, sollte allein die Heilkaft jener Arzneimittel gesucht werden. Wenn wir auch kein grosses Vertrauen zu der Wirksamkeit dieser Stoffe haben können, so dünkt uns doch jener Schluss in den untergelegten Thatsachen noch keine genügende Berechtigung zu finden.

Da wir der Beschreibung der organischen Substrate immer die Methoden der qualitativen und quantitativen Analysen einverleibt haben, so dürfte man wohl erwarten, dass wir concinner Weise auch den verschiedenen Methoden zur Aschenanalyse eine besondere Betrachtung widmeten: allein so wichtig dieser Gegenstand gerade auch für die Physiologie ist, so glaubten wir uns dessen doch hier überheben zu müssen, und zwar aus mehrern Gründen. Wir würden nämlich, indem wir vollkommen in das Gebiet der anorganischen Chemie überstreiften, den diesem Werke gewidmeten Raum bei weitem überschreiten, wenn wir die verschiedenen Methoden der Aschenanalyse und der Bestimmung einzelner Bestandtheile ausführlich referiren und kritisch beleuchten wollten, so weit eigne Erfahrung ausreicht; wir könnten aber auch nicht etwa eine Methode als die beste hinstellen, da für verschiedene Objecte verschiedene Methoden die passendern sind. Ueberhaupt sind wir aber der oft ausgesprochenen, aber, wie es scheint, häufig nicht berücksichtigten Ansicht, dass eine genaue Kenntniss der anorganischen Chemie in allen ihren Beziehungen dem Studium der physiologischen so wie der organischen Chemie überhaupt vorangehen muss; sind doch viele der Mängel, die wir an mancher eifrigen Bearbeitung der physiologischen und pathologischen Chemie zu rügen Veranlassung fanden, aus nicht genügender Kenntniss der anorganischen Chemie entsprungen. Wir glauben daher

die Analyse der Mineralstoffe um so eher übergehen zu dürfen, und verweisen wiederholt auf die vortrefflichen Arbeiten, die in Bezug hierauf in neuerer Zeit geliefert worden sind (*Will* und *Fresenius*[1], *Mitscherlich*[2], *Knop*[3], *Erdmann*[4], *Heintz*[5] und *Rose*[6]).

Wenn wir es wagen, der folgenden Beschreibung der Mineralstoffe des thierischen Körpers, die übrigens nur auf deren physiologische Function Bezug nehmen kann, auch eine physiologische Classificirung derselben eintreten zu lassen: so thun wir dies nur, weil wir eine solche für die zweckmässigste halten, nicht aber als ob wir bereits im Stande wären, jedem der Mineralstoffe genau seine Stelle in diesem Systeme anzuweisen; denn wie unsicher und mangelhaft noch unsre Kenntnisse über diese Stoffe sind, geht wohl schon aus dem Obigen genügend hervor.

Wir theilen daher versuchsweise die Mineralstoffe des Thierkörpers ihrer physiologischen Dignität nach ein

1) in solche, die vorzüglich durch ihre physischen Eigenschaften dem Thierkörper nützen,

2) in solche, deren chemische Eigenschaften sie befähigen, bestimmten Zwecken der thierischen Oekonomie zu dienen,

3) in solche, die mehr zufällig dem Thierkörper zugeführt sind, auf einzelne Processe ohne Einfluss sind und daher bald wieder aus dem Thierkörper ausgeschieden werden.

Erste Classe von Mineralkörpern.

Wasser.

Ueber den Nutzen dieses Stoffes im thierischen Organismus zu reden, dürfte wohl völlig überflüssig sein; wir beschränken uns daher darauf, nur daran zu erinnern, dass das Wasser auch hier, wie wir das bereits aus den Anfangsgründen der Chemie wissen, wesentlich zur

---

[1]) *Will* und *Fresenius*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 363—396.

[2]) *Mitscherlich*, Ber. d. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1845, Jul. S. 236—252.

[3]) *Knop*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 38, S. 14—47.

[4]) *Erdmann*, ebendas. Bd. 38, S. 48—69 u. Ber. d. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig. 1847, Novbr. S. 83—90.

[5]) *Heintz*, a. a. O.

[6]) *H. Rose*, a. o. a. O.

Vermittlung aller chemischen Thätigkeit dient, und andrerseits daran, dass die Function gewisser Gewebe oder vielmehr deren physische Eigenschaften von einer gewissen nur mechanisch gebundenen Quantität Wasser abhängt.

Phosphorsaurer Kalk.

Unter allen Mineralsubstanzen, welche dem Thierkörper vermöge ihrer physischen Eigenschaften nützen, steht dieses Salz oben an. Vor allem springt sein Vorkommen in den Knochen und seine Bestimmung zur Befestigung des Knochengerüstes in die Augen. Es ist bekannt, dass die Knochen, je weniger sie von jenem Salze enthalten, um so mehr an Festigkeit verlieren. Wir sehen deshalb in den Zuständen, wo dem thierischen Organismus nicht genug phosphorsaurer Kalk zugeführt wird, oder wo physiologische Processe grössern Verbrauch dieses Salzes mit sich führen, z. B. in der Schwangerschaft und auch während der Dentition der Kinder, Knochenerweichung entstehen. Wir brauchen kaum daran zu erinnern, dass die Entstehung der Rhachitis häufig, wo nicht immer, mit der Dentitionsperiode zusammenfällt, dass der Verbrauch an phosphorsaurem Kalk in der Schwangerschaft oft so gross ist, dass im Harn kaum Spuren desselben gefunden werden, und dass in dieser Periode des weiblichen Lebens Knochenbrüche äusserst schwer, ja oft gar nicht heilen. *Chossat*[1]) vermochte künstlich bei Thieren Knochenerweichung hervorzubringen, wenn er diesen nur solche Nahrungsmittel gestattete, in welchen wenig oder kein Kalkphosphat enthalten war. Die permanenten Knorpel verknöchern im Alter nur, indem mehr Kalksalze in ihnen abgelagert werden. In der dichten Rinde der Knochen findet sich mehr Knochenerde abgelagert, als im schwammigen Theile derselben. Die Zähne, welche nur durch ihre Härte nützen, sind unter allen thierischen Theilen am reichsten an phosphorsaurem Kalk; letzterer findet sich in noch grösserer Menge im Schmelze derselben, als im Zahnknochen.

Wir haben schon in dem Obigen berührt, dass *Berzelius* rücksichtlich des Kalkphosphats der Knochenerde auch in neuerer Zeit die Formel $\dddot{Ca}_3 \dddot{P}_2$ festhielt, dass dagegen die von *W. Heintz* unter *Rose's* Leitung ausgeführte Untersuchung ganz entschieden für die Zusammensetzung der Knochenerde nach der Formel: $\dddot{Ca}_3 \dddot{P}$ spricht. *Berzelius*[2]) selbst hat schon zum Theil die Gründe an-

[1]) *Chossat*, Gaz. méd. 1842. p. 208.

[2]) *Berzelius*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53, S. 286—289.

gedeutet; es wird nämlich aus sauren Lösungen, welche Kalk und Phosphorsäure enthalten, nicht immer $\dot{Ca}_3 \ddot{P}_2$ gefällt, wie *Berzelius* früher annahm, sondern namentlich bei überschüssigem Kalk und längerer Einwirkung von Aetzammoniak das basischere Salz: $\dot{Ca}_3 \ddot{P}$. Da man nun meistens den phosphorsauren Kalk auf diese Weise ausschied und, ohne die Kohlensäure direct zu bestimmen, den Kalk, welcher nach Entfernung des phosphorsauren präcipitirt wurde, nur als kohlensauren berechnete, so musste in die gewöhnlichen Analysen der erdigen Bestandtheile der Knochen eine gewisse Unsicherheit kommen, wozu namentlich noch die nicht sehr scharfe Bestimmung der Talkerde beitrug. *Heintz* hat nicht nur in normalen Menschenknochen, sondern auch in denen vom Schafe und Rinde das Kalkphosphat von jener Zusammensetzung gefunden; indessen bedürfen wohl namentlich die Untersuchungen krankhafter Knochen in dieser Hinsicht noch einer genauern Revision; auch kommen in den Zähnen nach *v. Bibra's* [1]) Untersuchungen Verhältnisse von Phosphorsäure zu Kalk vor, welche mit keiner der hier bezeichneten Formeln übereinstimmen.

In gesunden menschlichen Knochen finden sich 48 bis 59% phosphorsauren Kalks. Dieser Gehalt kann bei Knochenerweichung auf 30% sinken. Es ist aber auffallend, dass fast bei allen Knochenleiden, mögen deren Resultate Osteoporose, Osteomalacie oder Osteopsathyrose sein, zunächst eine Abnahme von phosphorsaurem Kalk stattfindet; ja selbst wenn die Knochen wieder sklerosiren (elfenbeinartig werden), gewinnen sie oft ihren normalen Gehalt an Kalkphosphat nicht wieder.

Von Bibra hat besonders ausführliche Untersuchungen über die Zusammensetzung verschiedener Knochen eines und desselben Individuums angestellt, und dabei die schöne Beobachtung gemacht, dass die Knochen, welche den meisten mechanischen Einflüssen ausgesetzt sind, auch am meisten erdige Bestandtheile enthalten. Dieses Gesetz spricht sich selbst bei verschiedenen Familien einer und derselben Thierklasse aus; so enthält z. B. bei Scharrvögeln das Femur am meisten Kalkphosphat, bei Wadvögeln die Tibia und bei allen andern Vögeln der Humerus.

Dass der phosphorsaure Kalk so wie die Erden überhaupt in den Knochen nur mechanisch abgelagert sind, geht deutlich genug daraus hervor, dass man dieselben durch verdünnte Salzsäure von allen Mineralbestandtheilen so befreien kann, dass sie kaum eine Spur Asche hinterlassen.

Man hat sich lange Zeit nicht darüber einigen können, ob der phosphorsaure Kalk hauptsächlich in den Knochenkörperchen und den sog. Canaliculis chalicophoris vorzugsweise abgelagert sei oder nicht. Man hat sich jetzt aber überzeugt, dass die dunkle Färbung jener Theile im durchfallenden Lichte und ihre weisse im auffallenden wesentlich von Luftgehalt bedingt ist; man kann sich sehr leicht hiervon überzeugen, wenn man dünne Knochenschliffe einmal mit verdünnter Salzsäure von den Erden und ein andermal mit verdünnter Kalilauge von der Knorpelsubstanz befreit, und beide Objecte unter dem Mikroskop

[1]) *Von Bibra*, Chem. Unters. üb. Knochen u. Zähne. Schweinfurt 1844. S. 284—287.

vergleicht. *Frerichs*[1]) sucht die gleichförmige Vertheilung der Erden in der Knochenmasse auch dadurch zu erweisen, dass von salpetersaurem Silberoxyd solche durch verdünnte Kalilauge von Knorpelmasse befreite Knochenplättchen gleichmässig gelb gefärbt werden, ohne dass die Knochenkörperchen etwa besonders markirt hervorträten.

Phosphorsaurer Kalk findet sich auch in vielen andern thierischen Theilen, wiewohl in weit geringerer Menge als in den Knochen abgelagert. Es giebt kein thierisches Gewebe, bei dessen Verbrennung wir nicht phosphorsauren Kalk vorfänden.

Liebig[2]) schreibt die Unlöslichkeit mancher Gewebe, z. B. der Muskelfaser, des Zellgewebes, zum Theil dem Gehalte an Knochenerde zu. Bei dem Uebergange des Blutes in diese Gewebe gehen die Proteïnkörper des sie löslich erhaltenden phosphorsauren Natrons verlustig, halten aber eine grössre Menge phosphorsauren Kalks zurück. Daher leitet *Liebig* auch die vorzügliche Fähigkeit der Salzsäure ab, jene Substanzen bei der Verdauung wieder löslich zu machen.

Wohlausgetrocknete Muskelfaser enthält nach *v. Bibra* 0,938 bis 1,008% Knochenerde.

Aufgelöst finden wir den phosphorsauren Kalk in allen thierischen Flüssigkeiten; man hat ihn schon längst im Blute ebensowohl als im Harn, in der Flüssigkeit seröser Häute ebensowohl als im Speichel, Magensaft, Milch und im männlichen Samen nachgewiesen, war aber längere Zeit in Zweifel darüber, wodurch eigentlich dieser unlösliche Körper, namentlich in alkalischen und neutralen Flüssigkeiten in Lösung erhalten würde. In der Regel ist wohl der phosphorsaure Kalk mit den Proteïnkörpern und ähnlichen organischen Materien chemisch verbunden, und folgt diesen daher in die Auflösungen ebensowohl als bei ihren Metamorphosen in die Gewebe. Uebrigens ist es schon längst von *Berzelius* und *Thenard* dargethan, dass der phosphorsaure Kalk sich in kohlensäurereichen Flüssigkeiten etwas auflöst; dass derselbe in salmiakhaltigen Flüssigkeiten nicht ganz unlöslich ist, wissen wir aus der analytischen Chemie, und *Liebig*[3]) hat neuerdings gezeigt, dass auch von Kochsalzlösungen etwas Kalkphosphat aufgenommen wird. Es dürfte somit die Löslichkeit der Knochenerde in thierischen Flüssigkeiten wohl genügend erklärt sein.

Ueber die Lösungskraft der Milchsäure für phosphorsauren Kalk haben wir schon oben gesprochen. Den Versuchen von *Walter Crum*[4]) gegenüber kann

[1]) *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 43, S. 251.
[2]) *Liebig*, ebendas. Bd. 50, S. 170.
[3]) Ders., ebendas. Bd. 61, S. 128.
[4]) *Walter Crum*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 63, S. 394 ff.

ich nur bemerken, dass bei meinen Versuchen von 100 Th. wasserfreier Milchsäure (im Mittel von 6 Experimenten) 68,55 Th. basisch phosphorsaurer Kalk aufgelöst wurden, während eine Flüssigkeit, die 100 Th. wasserfreie Essigsäure enthielt, nur 17,49 Th. jenes Salzes aufzulösen vermochte.

Die Asche der Proteïnverbindungen besteht grösstentheils aus phosphorsaurem Kalk; *Berzelius*[1]) fand im Albumin aus Ochsenblutserum 1,8%, *Mulder* in dem der Eier 2,03%, *Marchand* 2,1 bis 2,5%; in löslichem, durch starke Verdünnung und Neutralisation präcipitirtem Eiweiss fand ich = 1,3% phosphorsauren Kalk; in mit Wasser gehörig ausgelaugtem Fibrin aus dem venösen Blute eines Menschen fand ich nur 0,694%. Auch Caseïn, Globulin, Chondrin und Glutin enthalten das Kalkphosphat als integrirenden Bestandtheil. Das Caseïn enthält nach *Mulder*[2]) 6% phosphorsauren Kalk, welcher beim Gerinnen des Käsestoffs zugleich mit demselben niederfällt, trotz dem, dass sich eine hinlängliche Menge freier Säure in der Flüssigkeit befindet. Das Chondrin liefert nach *Mulder* beim Verbrennen 4,09% Asche, die grösstentheils aus dem Kalkphosphat besteht. Da man mit Eiweiss so wie mit Leim chemische Verbindungen des phosphorsauren Kalks dargestellt hat, die noch weit grössre Mengen (beim Eiweiss ⅓) dieses Salzes enthalten: so würde es gerade nicht inept sein, anzunehmen, dass auch in den Knochen ein Theil des Kalkphosphats chemisch mit der Knorpelmaterie verbunden sei, wenn dasselbe sich auch durch Salzsäure daraus entfernen lässt.

Das constante Vorkommen des phosphorsauren Kalks in den histogenetischen Stoffen und insbesondre in den plastischen Flüssigkeiten, so wie seine Ablagerung in manchen pathologisch entarteten Zellen des Thierkörpers dürfte wohl die Meinung rechtfertigen, dass dieser Körper auch eine chemische Rolle bei der thierischen Stoffmetamorphose und insbesondre bei der Bildung und Umwandlung thierischer Zellen spiele. Indessen bedarf es noch ausführlicherer Untersuchungen über diesen Gegenstand, ehe sich mehr als blosse Andeutungen darüber geben lassen.

C. Schmidt[3]) hat jedoch in dieser Hinsicht eine sehr interessante Beobachtung an den Mantellappen von Unio und Anodonta gemacht. Dieselben bestehen aus einer mittlern Schicht von Bindegewebsfasern, welche nach innen von Flimmerepithelium, nach der Schale hin von Drüsenepithelium bedeckt sind; er fand in diesen Theilen neben 82% organischer Substanz und 3% kohlensaurem Kalk und löslichen Salzen gegen 15% phosphorsauren Kalk, eine gerade bei diesen Thieren auffallend grosse Menge dieses Salzes, während ihr Blut nur 0,034% davon enthielt. Der Schleim, welcher zwischen Schale und Mantel dieser Thiere befindlich ist und von der Drüsenzellenschicht des Mantels zur Consolidirung der Schale abgesondert wird, besteht aus einem stark basischen Kalkalbuminate, welches nur wenig präformirten kohlensauren Kalk enthält.

---

[1]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 35.

[2]) *Mulder*, Archiv f. 1828. p. 155.

[3]) *C. Schmidt*, z. vergleichenden Physiol. S. 58—60.

Schmidt glaubt daher, dass jenes den Leberzellen ähnliche Drüsenepithelium die Function habe, aus dem Blute eine schon durch die Kohlensäure der Luft oder des Wassers zersetzbare Verbindung von Albumin mit Kalk gegen die Schale hin zu secerniren, während es den phosphorsauren Kalk denjenigen Organen zurückliefert, welche dessen zum Zellenbildungsprocesse bedürfen (Hode und Eierstock).

Es fragt sich nun, wie gelangen solche Massen phosphorsauren Kalks in den thierischen Körper? oder wie entstehen sie in demselben? Dass den fleischfressenden Thieren mit ihren Nahrungsmitteln eine mehr als hinreichende Menge zugeführt wird, ist aus dem eben Angeführten ersichtlich: allein auch den pflanzenfressenden Thieren fehlt es keineswegs an Nahrungsstoffen, die dieses Erdsalz in genügender Menge enthalten. Im Pflanzenreiche kommen gewisse stickstoffhaltige Körper vor, die, gleich den Proteïnverbindungen des thierischen Organismus, stets etwas phosphorsauren Kalk enthalten; dazu gehören insbesondre das Pflanzeneiweiss, das Legumin und der Pflanzenleim.

Der thierische Organismus ist aber auch selbst eine Bildungsstätte des phosphorsauren Kalks. Scheint auch *Bibra's* Erfahrung, dass die Knochen junger Individuen verhältnissmässig mehr Kalkphosphat enthalten, als die älterer, gegen die Bildung phosphorsauren Kalks aus kohlensaurem zu sprechen: so geht doch aus *Valentin's* zahlreichen Versuchen[1]) hervor, dass neugebildete Knochen oder Knochentheile immer erst eine grössre Menge kohlensauren Kalks enthalten, ehe sie mit der ihnen zugehörigen Menge Kalkphosphats versehen werden. Berücksichtigen wir die bei der thierischen Stoffmetamorphose concurrirenden Substanzen, so stellt sich fast als nothwendig heraus, dass bei derselben phosphorsaurer Kalk aus seinen nähern Bestandtheilen gebildet werde. Wir wissen, dass mehrere Thierstoffe Phosphor im nichtoxydirten Zustande enthalten, dass aber dieselben aus dem Thierkörper nicht entfernt werden, ohne völlig zerlegt, d. h. theilweise oxydirt worden zu sein; der Phosphor muss hierbei in Phosphorsäure übergehen. Wir wissen ferner, dass sehr viele Thierstoffe auch Schwefel enthalten, und bei ihrer Zersetzung im Thierkörper neben Schwefelsäure noch andre Säuren, z. B. Harnsäure, Hippursäure u. s. w. bilden, d. h. Säuren, welche die dem Thierkörper von aussen, d. h. durch den Samen der Cerealien und Leguminosen zugeführten phosphorsauren Alkalien theilweise zerlegen müssen, so dass die frei gewordene Phosphorsäure sich mit dem Kalk, der aus den pflanzlichen Nahrungs-

[1]) *Valentin*, Repert. f. Anat. u. Physiol. 1838 S. 306 ff.

mitteln oder aus Trinkwasser dem Thierkörper zukam, verbinden muss. Den Process der Neubildung des phosphorsauren Kalks aus seinen nähern Bestandtheilen können wir bei der Entwicklung des Hühnchens im Ei fast direct beobachten; denn aus der Schale des Ei's wird dem Dotter während der Bebrütung nach *Prout's* und *Lassaigne's* Beobachtungen eine solche Menge kohlensauren Kalks zugeführt, dass die Zunahme des phosphorsauren Kalks mit dem Wachsthum des bebrüteten Hühnchens durchaus nichts Ueberraschendes mehr hat.

Valentin's Ansicht gründet sich auf folgende Beobachtungen: in der cariösen Tibia eines 38jährigen Mannes fand er 44,12% Asche, welche 77,93% phosphorsauren und 15,04% kohlensauren Kalk enthielt, während die Tibia eines gesunden Mannes von gleichem Alter 61,98% Asche lieferte, in der 84% phosphorsaurer und 12,8% kohlensaurer Kalk enthalten waren. Der Aschengehalt zeigte sich also in diesem Falle fast nur auf Kosten des phosphorsauren Kalks vermindert. Im Callus so wie in der Exostose eines Pferdes fand er den kohlensauren Kalk im Verhältniss zu dem phosphorsauren vermehrt, und schliesst hieraus, dass im Allgemeinen unvollkommen ausgebildete Knochen immer mehr kohlensauren Kalk als normale Knochen enthalten. *Lassaigne's* Versuche [1]) stimmen mit denen *Valentin's* überein. Im Osteophyt, welches sich bei Schwangern an der innern Fläche der Hirnschale findet, ist ebenfalls viel kohlensaurer Kalk enthalten, wie *O. B. Kühn* nachgewiesen; ich fand in einem solchen Osteophyt 52,46% organische Materie, 30,69% phosphorsauren Kalk, 1,09% phosphorsaure Talkerde und Eisen, 0,98% lösliche Salze und 14,78% kohlensauren Kalk.

Prout [2]) fand zuerst, dass beim Bebrüten der Hühnereier zwar der Phosphorgehalt des Eiinhalts sich gleichbleibt, der Kalkgehalt aber um ein Bedeutendes zunimmt; er war dieser Beobachtung nach fast geneigt, eine Bildung von Kalk aus andern Materien anzunehmen, da es ihm nicht wahrscheinlich dünkte, dass die gefässlose Membrana putaminis Kalk von der Schale des Ei's dem Embryo zuführen könnte. Allein erwägt man, dass die Schale des Ei's während des Bebrütens an Gewicht und Festigkeit verliert, und dass zwar ein Theil der erwähnten Membrana putaminis austrocknet und so impermeabel wird, aber doch grösstentheils mit dem Inhalte in Berührung und somit feucht bleibt: so ist sehr leicht einzusehen, dass die Vermehrung des Kalkgehalts im Ei aus der nächsten Quelle, d. h. aus der Schale selbst komme. Der Phosphor ist aber im Dotter vorzüglich unter der Form von Glycerinphosphorsäure enthalten, die beim Bebrüten allmälig so zerlegt wird, dass die freigewordene Phosphorsäure sich mit dem durch Endosmose aus der Schale in das Ei übergegangenen Kalk zu jenem Salze vereinigt. Im Eidotter ist ja übrigens so viel Phosphor enthalten, dass er nach dem Einäschern mit den Basen des Dotters saure phosphorsaure oder vielmehr metaphosphorsaure Salze bildet = $(\dot{N}a\ \dot{K})\ \ddot{P}$.

---

[1]) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 4, p. 366.

[2]) *Prout*, Philosoph. Transact. 1822. p. 365 oder Schweigger's Journ. Bd. 46, S. 287.

Kohlensaurer Kalk.

Dieser findet sich hauptsächlich im Skelet der wirbellosen Thiere; doch kommt er, wie schon erwähnt, immer auch in grössern oder geringern Mengen in den Knochen der Wirbelthiere vor. Die Zwecke, für die er im thierischen Organismus hauptsächlich bestimmt ist, sind wohl im Ganzen dieselben, wie die des phosphorsauren Kalks.

Es ist zwar unzweifelhaft, dass der in thierischen Theilen gefundene kohlensaure Kalk sehr oft kein Educt, sondern erst das Product der Einäscherung ist (der wir bei der chemischen Analyse jene Theile unterwerfen): allein nicht selten z. B. in den Knochen der Wirbelthiere kommt der kohlensaure Kalk bereits als solcher vor, ja bei den Wirbelthieren niederer Classen finden wir ihn sogar in mikroskopischen Krystallen an verschiedenen Orten abgelagert. Im Urin der pflanzenfressenden Thiere, im Speichel der Pferde so wie in vielen thierischen Concretionen wird kohlensaurer Kalk in erheblichen Mengen gefunden.

Ueber das Verhältniss, in welchem der kohlensaure Kalk zu dem phosphorsauren in den Knochen verschiedener Menschen und Thiere steht, sind viele Versuche angestellt worden, vorzüglich von *Lassaigne* [1]), *Fernandes de Barros* [2]), *Valentin* [3]) und *von Bibra* [4]). Das Verhältniss des kohlensauren Kalks zum phosphorsauren zeigt sich nach einigen meiner Untersuchungen bei einem neugebornen Kinde = 1 : 3,8, bei einem Erwachsenen = 1 : 5,9, bei einem 63 jährigen Greise = 1 : 8,1, nach *Valentin* bei Caries im Mittel = 1 : 8,3, im Callus = 1 : 5,54, nach *Lassaigne* = 1 : 5,3, in einer Exostose nach *Valentin* = 1 : 5,2, nach *Lassaigne* = 1 : 2,14; nach *Barros* beim Löwen = 1 : 3,8, beim Schaaf = 1 : 4,15, beim Huhn = 1 : 8,4, beim Frosch = 1 : 3,9 bei einem Fische = 1 : 1,7; nach *Lassaigne* in den Zähnen eines neugebornen Kindes = 1 : 3,6, in denen eines 6 jährigen Kindes = 1 : 5,3, in denen eines Erwachsenen = 1 : 6, in denen eines 81 jährigen Greises = 1 : 6,6. *Von Bibra* ist bei seinen zahlreichen Knochenanalysen im Bezug auf den Einfluss des Lebensalters zu dem entgegengesetzten Resultate gelangt, indem er fand, dass jüngere Individuen meist weniger kohlensauren Kalk enthielten, als ältere. Indem wir hier auf *Bibra's* Werk verweisen müssen, theilen wir nur noch die von ihm für verschiedene Thierclassen im Femur gefundenen Mengen kohlensauren Kalks mit; beim Gürtelthier = 6,73%, beim Nagethier = 9,48%, bei Wiederkäuern = 9,86%, bei Pachydermen = 10,15%, Delphinen = 9,99, bei Robben 7,23%.

---

[1]) *Lassaigne*, Schweigg. Journ. Bd. 51, S. 141.

[2]) *Barros*, Journ. de chim. méd. T. 4, p. 289.

[3]) *Valentin*, a. a. O.

[4]) *Von Bibra*, a. a. O.

bei Krallenfüsslern = 8,02%, Flatterfüsslern = 6,26%, Daumenfüsslern 9,18% und beim Menschen 8,59%.

Der Harn der pflanzenfressenden Thiere enthält oft soviel kohlensauren Kalk, dass dieser aus dem frischgelassenen Harne sich sehr bald absetzt. Meinen Untersuchungen nach ersetzen sich im Harn von Pferden sehr gewöhnlich kohlensaures Kali und kohlensaurer Kalk; meistens fand ich, dass ein durch viel kohlensauren Kalk getrübter Harn wenig kohlensaure Alkalien enthielt und oft nur schwach auf Curcurmäpigment reagirt, während ein klarer Harn in der Regel reich an kohlensauren Alkalien war. Es ist daher nicht zu verwundern, dass bei pflanzenfressenden Thieren Harnsteine, die aus kohlensaurem Kalk bestehen, eine sehr gewöhnliche Erscheinung sind.

Aber auch im menschlichen Harn kommt zuweilen bei alkalischer Reaction desselben kohlensaurer Kalk vor; ja man hat sogar, wiewohl höchst selten, menschliche Harnsteine gefunden, die ihrer Hauptmasse nach aus Kalkcarbonat bestanden. *Proust*[1]) machte zuerst hierauf aufmerksam; später fanden dergleichen Harnconcremente auch *Cooper*, *Prout*[2]), *Smith*, *Göbel*[3]) und *Fromherz*[4]).

In thierischen Concretionen finden wir zuweilen bedeutende Mengen kohlensauren Kalks neben phosphorsaurem abgelagert. So fand *Geiger*[5]) in einem Nasenconcremente neben 46,7 phosphorsauren 21,7 kohlensauren Kalk, in einem Venensteine fand ich 69,7% phosphorsauren und 24,3% kohlensauren Kalk, *Schlossberger*[6]) neben 50,4 phosphorsauren 8,3 des kohlensauren Salzes, in einer Concretion aus dem Herzen eines Brustwassersüchtigen fand *Walchner*[7]) 23% kohlensauren und 50% phosphorsauren Kalk, *John*[8]) in dem Concremente eines Hirschherzen 25% phosphorsauren und 66,7% kohlensauren Kalk. *Bley*[9]) untersuchte steinige Concremente aus dem Peritonäum eines Menschen, welche 34% kohlensauren und nur 19,32% phosphorsauren Kalk enthielten; *Lassaigne*[10]) fand in dem Speichelsteine eines Pferdes 83,36% kohlensauren Kalk. Wie oft findet man übrigens nicht bei der mikroskopisch- chemischen Untersuchung verhärteter oder verknöcherter Geschwülste ziemlich grosse Mengen kohlensauren Kalks? ich erinnere hier nur an verkreidete Tuberkeln.

Im krystallisirten Zustande findet sich der kohlensaure Kalk im menschlichen Organismus höchst selten; der einzige Ort, wo er im normalen Zustande constant vorkommt, ist das ovale Säckchen des Vorhofs, an dessen äusserer und oberer Wand die feinen Krystallchen in eine organische Materie eingelagert sind. Diese Krystalle sind in der Regel sehr klein, so dass an den kleinsten

---

[1]) *Proust*, A. Gehlen's Journ. Bd. 3, S. 532.
[2]) *Prout*, *Thomson's* Ann. T. 15, p. 436.
[3]) *Göbel*, Trommsdorf's n. Journ. Bd. 9, S. 198.
[4]) *Fromherz*, Schweigg. Journ. Bd. 46, S. 329.
[5]) *Geiger*, Mag. f. Pharm. Bd. 21, S. 247.
[6]) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 254.
[7]) *Walchner*, Mag. d. Pharm. Bd. 19, S. 152.
[8]) *John*, chem. Schriften Bd. 5, S. 155.
[9]) *Bley*, Arch d. Pharm. Bd. 20, S. 212.
[10]) *Lassaigne*, Journ. de Ch. méd. 1845, p. 523.

deutliche Molecularbewegung wahrzunehmen ist. Die Krystallform ist nie ein reines Rhomboëder, sondern stets ein vom Kalkspathrhomboëder ableitbares Prisma, am häufigsten den sogenannten Kanonendrusen des Kalkspaths ähnlich, d. h. 6 seitig mit 3flächiger Zuspitzung. *Krieger*[1]) will auch Skalenoëderzwillinge gesehen haben. Ganz ähnliche Krystalle finden sich im Thierreiche weit häufiger und zahlreicher sowohl im Gehörorgane als andren Orten; am bekanntesten und auffallendsten finden wir solche Krystalle bei den Batrachiern auf der Hirnhaut und in weissen silberglänzenden Säckchen an den Zwischenwirbellöchern beim Austritt der Rückenmarksnerven. In pathologischen Formationen des menschlichen Organismus finden sich selten krystallinische Ablagerungen von kohlensaurem Kalk; letztrer erscheint dann nicht in so ausgebildeten Krystallen, sondern mehr in unregelmässig krystallinischen Massen, wie *J. Vogel*[2]) sie beschrieben hat.

Fragen wir nun, wie der kohlensaure Kalk in den thierischen Organismus gelange, so zeigt uns die Erfahrung eine doppelte Weise. Bekannt ist es, wie gewöhnlich das kohlensäurehaltige Quellwasser mit nicht unbedeutenden Quantitäten von kohlensaurem Kalk versehen ist; schon hierin könnte man allein die Quelle des kohlensauren Kalks finden, wenn derselbe nicht zum grossen Theil auch im Organismus selbst aus andern Kalksalzen erzeugt würde. Besonders sind es die vegetabilischen Nahrungsmittel, welche solche Kalksalze in reichlicher Menge dem Thierkörper zuführen; daher wir ja den Harn pflanzenfressender Thiere oft so reich an kohlensaurem Kalk finden.

Weniger klar, als der Ursprung des kohlensauren Kalks, dürfte vielleicht manchem dessen Auflöslichkeit in thierischen Säften sein. Doch wem es nicht genügt, die mit höchster Wahrscheinlichkeit in allen thierischen Säften nachgewiesene freie Kohlensäure als Lösungsmittel des kohlensauren Kalks anzusehen, der erinnre sich wenigstens an die alte Erfahrung Guiton Morveau's, dass kohlensaurer Kalk auch durch Alkalisalze z. B. Chlorkalium in geringen Mengen aufgelöst erhalten werde. Uebrigens ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch mehrere thierische Substanzen gleich dem Zucker die Fähigkeit besitzen, den kohlensauren Kalk aufzulösen.

Phosphorsaure Talkerde.

Zwar findet sich die phosphorsaure Talkerde immer in so geringer Menge, dass wir ihr allein einen mechanischen Nutzen im Thierkörper

1) *Krieger*, De otolithis. Berolini 1840, p. 15.
2) *J. Vogel*, Icon. histol. path. T. 22, Fig. 8.

beizumessen und sie somit dieser Classe thierischer Mineralstoffe beizuzählen kaum berechtigt sind: doch ist sie ein so constanter Begleiter des entsprechenden Kalksalzes, dass wir nicht umhin können, sie an diesem Orte mit zu berühren. Gleich dem phosphorsauren Kalk hat man sie vorzugsweise in den Knochen abgelagert gefunden.

Die Knochen der fleischfressenden Thiere so wie der Menschen enthalten nur wenig phosphorsaure Talkerde, etwas mehr die Knochen der pflanzenfressenden Thiere; *Berzelius* fand in einem menschlichen Knochen 1,16%, in Ochsenknochen 2,05%, *Valentin* im Rippenstück eines Pferdes 1,943%, *Berzelius* im Schmalze eines Menschenzahns 1,5%, in dem eines Ochsenzahns 3,0%; im Zahnknochen eines Menschen 1,0%, in dem eines Ochsen 2,07. *Von Bibra* hat bei seinen zahlreichen Untersuchungen im Allgemeinen diese Thatsache bestätigt; vorzüglich reich an phosphorsaurer Talkerde fand er aber besonders die Zähne der Pachydermen. Unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen (Alter u. s. w.) ebensowohl als in krankhaften Zuständen steigt und fällt die Menge der phosphorsauren Talkerde proportional dem phosphorsauren Kalk. (Man vergl. im 2. Theile „Knochen").

Dass in allen thierischen Flüssigkeiten und Geweben etwas phosphorsaure Talkerde vorkommt, haben die Aschenanalysen ausgewiesen; recht auffallend bemerkt wird die Gegenwart dieses Salzes, wenn man die Gewebe eines bereits in Fäulniss übergegangenen Leichnams mikroskopisch untersucht, wo man dann überall auf die bekannten Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak stösst.

In grossen Mengen sammelt sich die phosphorsaure Talkerde zuweilen in manchen Concrementen an; so fand *Brugnatelli*[1]) in einem menschlichen Eierstocke einen Stein, der fast nur aus jenem Erdsalze bestand, desgleichen einen im Uterus, der nur von einer dünnen Kruste phosphorsauren Kalks umgeben war. *Schlossberger*[2]) fand in einem Venensteine neben 20,4% organischer Materie und 58,7% Kalksalzen = 13,7% phosphorsaure Talkerde.

Ueber den Ursprung der phosphorsauren Magnesia können wir keinen Augenblick in Zweifel sein, da sich bekanntlich in allen Theilen der Pflanzen, besonders aber in den als gewöhnlichste Nahrungsmittel benutzten Samen der Cerealien sehr viel davon vorfindet. Schon aus dem oben angedeuteten Verhältniss der phosphorsauren Talkerde zu dem phosphorsauren Kalk der Knochen und andrer Theile geht hervor, dass die thierische Oekonomie jenes Salzes weit weniger als des Kalksalzes bedarf. Diess erhellt aber besonders noch daraus, dass im Darmkanal der Thiere fast aller phosphorsaure Kalk, aber nur sehr wenig phosphorsaure Magnesia absorbirt wird: denn nicht nur in den Excre-

[1]) *Brugnatelli*, Brugn. Giorn. T. 12, p. 164.

[2]) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 69, S. 254.

menten der pflanzenfressenden Thiere, sondern auch in denen der Carnivoren finden wir einen Ueberschuss an letzterem Salze.

Berzelius [1]) hat schon längst aus vorstehenden Thatsachen den Schluss gezogen, dass die Saugadern des Darmkanals weniger geneigt seien, Magnesiaphosphat als Kalkphosphat aufzunehmen, dass aber von Herbivoren immer noch etwas mehr desselben aufgenommen werde, als von Carnivoren; doch dürfte wohl die letztre Erscheinung vielmehr daher geleitet werden, dass den pflanzenfressenden Thieren überhaupt mehr Magnesia zugeführt wird, als den fleischfressenden; im Allgemeinen aber würde man *Berzelius* missverstehen, wollte man den Saugadern hiernach eine besondre Kraft oder eine Wahlfähigkeit bezüglich der Aufnahme einzelner Stoffe zuschreiben. Die ganze Erscheinung ist vielleicht in etwas Mechanischem begründet; vielleicht könnte schon die grosse Geneigtheit der Talkerdesalze mit Alkalisalzen Krystalle zu bilden einer reichlichern Auflösung und Resorption derselben einigermassen hinderlich sein.

Berzelius fand in der Asche von Excrementen, die nach dem Genusse von grobem Brote und etwas animalischer Nahrung ausgeleert worden waren, 12,9% phosphorsaure Bittererde und 25,8% phosphorsauren Kalk. *Fleitmann* [2]) analysirte die Asche von Excrementen, welche nach mehrtägigem Genusse von mehr animalischer als vegetabilischer Nahrung entleert worden waren, und fand doch in 100 Th. Asche derselben 10,67 Th. Talkerde.

Die bekannten Darmconcremente der Pferde bestehen ausser Stroh u. s. w. fast nur aus phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak; *Simon* [3]) fand in einem solchen 81% phosphorsaure Talkerde, aber gar kein Kalksalz.

Unter den Aerzten haben besonders jene Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak Aufsehn gemacht, die sich vorzugsweise in den Excrementen Typhuskranker finden. Obgleich man nun solche Krystalle auch in den Excrementen andrer Kranker oft genug findet, so muss doch zugegeben werden, dass das Vorkommen dieser Krystalle bei weitem am häufigsten bei Abdominaltyphus beobachtet wird; ja es ist bekannt, dass die exulcerirten Darmgeschwüre meist mit solchen Krystallchen wie übersäet sind; auch findet man dieselben öfter in typhös infiltrirten Mesenterialdrüsen.

Im Harn des Menschen und der fleischfressenden Thiere findet man immer auch phosphorsaure Magnesia, die sich vorzüglich beim Alkalischwerden des Harns durch die leichte Krystallisirbarkeit der oben erwähnten Verbindung mit Ammoniak kenntlich macht. Wir werden im 2. Theile dieses Werks auf diesen Gegenstand zurückkommen; hier genüge nur so viel, dass jeder normale Harn bei dem Eintritt der alkalischen Gährung solche Krystalle absetzt; ja man findet

---

[1]) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie Bd. 9, S. 345.

[2]) *Fleitmann*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 383.

[3]) *Fz. Simon*, Buchner's Repertorium Bd. 16, S. 215.

in Krankheiten, die ein tiefer liegendes Leiden der Blase oder des Rückenmarks verrathen, oft ganze Sedimente, die aus solchen Krystallen bestehen; diese Sedimente sind meist farblos oder schmutzig weiss. In einem diabetischen Harne fand ich einst ein glänzend weisses Sediment, das ohne Spur von Kalk nur aus dem Ammoniak-Magnesiaphosphat bestand. Harnsteine, aus reinem Magnesiaphosphat bestehend, sind sehr selten, desto häufiger aber die sogenannten schmelzbaren Steine, die aus einem Gemeng von phosphorsaurem Kalk mit phosphorsaurer Ammoniaktalkerde bestehen.

Fluorcalcium.

Dieser Körper findet sich im thierischen Organismus zwar immer nur in sehr geringen Mengen, doch ist er ein so integrirender Theil des Schmelzes der Zähne, dass man ihm wohl mit Recht die Fähigkeit zuschreibt, der Substantia vitrea den Glanz so wie die ausserordentliche Härte zu ertheilen. In geringern Mengen hat man das Fluorcalcium auch noch in den Knochen fast aller Thiere mit Bestimmtheit nachgewiesen. In den Skeleten vorweltlicher Thiere hat man mehr Fluorcalcium gefunden, als in denen unsrer Zeit; sonderbar ist es, dass auch die Knochen von menschlichen Skeleten, die man zu Pompeji gefunden hat, nach *Liebig* [1]) mehr Fluorcalcium enthalten, als die Knochen unsrer Zeitgenossen.

Berzelius [2]) fand im Zahnknochen eines Menschen 2,1% im Schmelze 3,2%, im Zahnknochen eines Rindes 5,69% im Schmelze desselben 4% Fluorcalcium; *Marchand* [3]) fand in dem Femur eines 30 jährigen Mannes 1% *W. Heintz* [4]) = 2,05%.

Middleton [5]) so wie *v. Bibra* [6]) haben mit grosser Sorgfalt die Knochen aus verschiedenen Thierclassen untersucht; und das Fluorcalcium nicht nur in denen der Säugethiere, sondern auch in denen der Vögel, Fische, Reptilien, ja sogar in den Schaalen der Mollusken nachgewiesen. Dass übrigens die Knochen eines 6½ monatlichen Fötus bereits ebensoviel Fluorcalcium enthalten, als die eines Erwachsenen, wie *Middleton* behauptet, dürfte ohne weitere Darlegung von Versuchen doch sehr zweifelhaft sein.

Morichini [7]) fand das Fluorcalcium zuerst im fossilen Elfenbein; später

---

[1]) *Liebig*, Organ. Ch. auf Agricultur u. Physiol. angewendet 1840 S. 140.
[2]) *Berzelius*, Alt. Gehlen's Journ. Bd. 3, S. 1.
[3]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 27, S. 83.
[4]) *W. Heintz*, Ber. d. Ak. d. Wiss. z. Berlin Febr. 1849 S. 51.
[5]) *Middleton*, Philosoph. Magaz. T. 25, p. 14.
[6]) *V. Bibra*, a. a. O.
[7]) *Morichini*, A. Gehl. J. Bd. 3, S. 625. N. Gehl. J. Bd. 2, S. 177.

haben *Proust* [1]), *Fourcroy* und *Vauquelin* [2]), *Chevreul* [3]), *Brandes* [4]), *Bergemann* [5]), *Marchand*, *v. Bibra*, *Middleton* und Andere das Fluorcalcium in allen fossilen Knochen gefunden; am meisten (d. h. 15%) hat *Lassaigne* [6]) in den Zähnen eines Anoplotherium gefunden, und ich [7]) in der Rippenrinde des sogenannten Hydrarchos, nämlich 16%.

Ueber den Ursprung des Fluorcalciums können wir wohl nicht in Zweifel sein, da so geringe Mengen, wie sie im Thierkörper gefunden werden, mit den Nahrungsmitteln sehr leicht zugeführt werden können; wir brauchen nur zu bedenken, dass viele Mineralwässer Spuren von Fluormetallen enthalten, und dass aus glimmerhaltigem Boden gewiss auch etwas Fluorcalcium in das Pflanzenreich mit übergeht.

Fluorcalcium findet sich z. B. im Carlsbader Wasser aufgelöst, wie *Berzelius* nachgewiesen hat; übrigens ist künstlich bereitetes Fluorcalcium in destillirtem Wasser keineswegs völlig unlöslich.

Ob die grössern Mengen von Fluorcalcium, die man in fossilen Knochen gefunden hat, lediglich durch eine Infiltration von Aussen her zu erklären seien, muss zur Zeit dahingestellt bleiben.

Kieselsäure.

Wie das Skelet der Wirbelthiere seine Festigkeit hauptsächlich dem Gehalt an phosphorsauren Kalk, das der wirbellosen Schaalthiere dem kohlensauren Kalk verdankt, so erhalten die Panzer der niedrigsten Thierclassen ihre Festigkeit durch ihren reichen Gehalt an Kieselsäure. Dieser Körper ist in jenen Organen so dicht abgelagert, dass diese, seien sie in Verwesung übergegangen oder eingeäschert worden, noch ihre frühere Form behalten; daher schon so häufig fossile Infusorienlager entdeckt worden sind.

In den Säften und Geweben höherer Thierclassen tritt die Kieselsäure mehr zufällig auf; indessen hat *v. Gorup-Besanez* [8]) durch zahlreiche Untersuchungen nachgewiesen, dass dieser Körper auch hier

---

[1]) *Proust*, N. Gehl. J. Bd. 2, S. 187.
[2]) *Fourcroy* u. *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 57, p. 37.
[3]) *Chevreul*, Ann. de Chim. T. 57, p. 45.
[4]) *Brandes*, Schweigg. Journ. Bd. 32, S. 505.
[5]) *Bergemann*, ibid. Bd. 52, S. 145.
[6]) *Lassaigne*, ibid. Bd. 52, S. 141.
[7]) *Lehmann*, Carus, über den Hydrarchos. Dresd. 1846.
[8]) *v. Gorup-Besanez*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 66, S. 321—342.

einen integrirenden Bestandtheil gewisser Organe, namentlich der Federn und der Haare, ausmacht.

Geringere Mengen von Kieselsäure hat man daher auch im Blute, im Eiweiss der Vögeleier, in der Galle, im Harn und in den festen Excrementen gefunden, zuweilen auch in manchen pathologischen Concrementen.

Besonders sind es unter den Infusorien die Bacillarien, welche sich durch einen weder im Feuer noch durch Säuren zerstörbaren Panzer auszeichnen. Bekanntlich hat *Ehrenberg* [1]) zuerst diesen Gegenstand genauer erforscht und fossile Infusorien im Kieselguhr, Feuerstein, Bergmehl u. s. w. entdeckt.

Ausser *Gorup-Besanez* hat auch *Henneberg* [2]) den Kieselsäuregehalt der Federn nachgewiesen; jedoch hat ersterer in einer umfangreichen trefflichen Arbeit diesen Gegenstand nach den verschiedensten Richtungen hin durchforscht, indem er seine Untersuchungen zugleich auf Ermittlung des Einflusses ausdehnte, welchen Species, Alter, Nahrung der Thiere und andre Umstände auf die Ablagerung der Kieselsäure in den Federn äussern. Im Allgemeinen fand *Gorup* in den Federn verschiedener Vögel 0,11 bis 2,47% Kieselsäure, in 100 Th. Asche der Federn aber 6,9 bis 65,00% (letztere grösste Menge in den Federn von Perdix cinerea; neben diesen geben die Federn von Strix flammea, Gallus domesticus und von Corvus frugilegus die kieselsäurereichste Asche). Die Federn der körnerfressenden Vögel enthielten 1,69 bis 3,71% Kieselsäure (= 25,5 bis 50,0% der Asche); die Federn der von Fischen und Wasserpflanzen lebenden Vögel im Mittel = 0,23% (10,5% der Asche), die der von Fleisch und Insecten lebenden durchschnittlich 0,64% (27,0% der Asche) und die der von Insecten und Beeren lebenden 0,75% (27,0% der Asche). In den Federn alter Thiere fand Gorup meistens um das Doppelte mehr Kieselsäure als in denen junger Individuen.

In neugewachsenen oder jungen Federn wurden oft nur Spuren von Kieselsäure gefunden. In den Schwungfedern erster Ordnung wurde das Doppelte des Kieselsäuregehalts der Schwungfedern zweiter Ordnung gefunden, in den Schwanz- und Bauchfedern wenig mehr als in den Schwungfedern zweiter Ordnung.

In den Knochen und Zähnen des Menschen fand *Berzelius* keine Kieselsäure; doch haben sie *Fourcroy* und *Vauquelin* [3]) in den Knochen des Kindes, *Marchand* [4]) in denen von Squalus cornubicus und andre sehr häufig in fossilen Thierknochen gefunden.

In der Wolle des Schaafs wurde von *Chevreul* [5]), in den Menschenhaaren

---

[1]) *Ehrenberg*, die Infusionsthierchen als vollkommne Organismen S. 169. 143 und 144.

[2]) *Henneberg*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61, S. 255 — 261.

[3]) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 72, p. 282.

[4]) *Marchand*, Lehrb. d. phys. Ch. S. 97.

[5]) *Chevreul*, Compt. rend. 1840, No. 16.

von *Vauquelin* [1]) und neuerdings von *Laër* [2]) Kieselsäure nachgewiesen. Auch über diesen Gegenstand hat jedoch *Gorup* die ausführlichsten Untersuchungen angestellt. In braunem Menschenhaar fand er 0,22% (= 13,89% der Asche), in den Haaren und der Wolle verschiedener Thiere bald etwas mehr, bald etwas weniger. Von der Nahrung der Thiere scheint der Kieselsäuregehalt der Haare übrigens unabhängig zu sein.

Nach diesem constanten Vorkommen der Kieselsäure liess sich erwarten, dass solche auch im Blute, besonders dem der Vögel, nachzuweisen sein würde. *Millon* [3]) fand sie im Menschenblute; in der Asche von Rindsblute fand *Weber* [4]) 1,19%; *Henneberg* [5]) in der von Hühnerblut 0,96%.

Poleck [6]) fand in der Asche vom Eiweiss der Hühnereier 7,05%. Die Kieselsäure wurde ferner nachgewiesen besonders in Galle, Harn und festen Excrementen; *Weidenbusch* [7]) fand in der Asche der Rindsgalle 0,36%, *Pleischl* [8]) und *Bley* [9]) dieselbe auch in Gallenconcrementen, *C. G. Mitscherlich* [10]) eine Spur im Speichel. Im menschlichen Harn hat *Berzelius* [11]) zuerst Spuren von Kieselsäure nachgewiesen, *Fleitmann* [12]) fand dieselbe ebenfalls in der Asche des Harns; *Fourcroy* und *Vauquelin* [13]) so wie *de Koninck* und *Wurzer* [14]) in Harnsteinen. Dass im Darme oft Kieselsäure gefunden wird, kann nicht wundern, da die Kieselsäure im Pflanzenreiche so weit verbreitet ist.

Dass die Menge der in dem thierischen Organismus befindlichen Kieselsäure wesentlich von der mehr oder minder kieselsäurereichen Nahrung abhängt, und dass demnach der Ursprung dieses Körpers hauptsächlich in den vegetabilischen Nahrungsmitteln, in dem kieselsäurehaltigen Wasser (so wie etwa auch in den von den Vögeln verschlucktem Sande) zu suchen ist, wurde zur Evidenz durch *v. Gorup-Besanez* Untersuchung erwiesen, wenn die Sache nicht an sich schon klar wäre.

Die Pflanzen sind weit reicher an Kieselsäure als man früher geglaubt hat; bekannt ist diess von den Equisetaceen (deren Asche oft 97% enthält). Wir treffen aber auch in dem Samen der Gräser auf Kieselsäure, die sich dem Auge am besten darstellen lässt, wenn man die Substanz mit etwas Salpetersäure be-

---

[1]) *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 58, p. 41.
[2]) *Laër*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 44, S. 172.
[3]) *Millon*, Journ. de Phys. et de Ch. 3 Sér. T. 13, p. 86—88.
[4]) *Weber*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 387.
[5]) *Henneberg*, a. o. a. O.
[6]) *Poleck*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 360.
[7]) *Weidenbusch*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 369.
[8]) *Pleischl*, Kastn. Arch. Bd. 8, S. 300.
[9]) *Bley*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 1, S. 115.
[10]) *C. G. Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 26, S. 320.
[11]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 433.
[12]) *Fleitmann*, Pogg. Ann. Bd. 76, S. 358.
[13]) *Fourcroy* und *Vauquelin*, Alt. Gehl. Journ. Bd. 2, S. 352.
[14]) *Wurzer*, Schweig. Journ. Bd. 36, S. 321.

feuchtet einäschert; es lässt sich auf diese Weise nach *Schultz* nicht blos in den Hülsen, sondern auch in den Ovarien sehr vieler Monokotyledonen jene Säure unter Benutzung des Mikroskops nachweisen. Daher ist es erklärlich, dass wir auch mit dem Brote Kieselsäure in uns aufnehmen, und dass *Berzelius* [1]) nach dem Genusse von Roggenbrot 1,016% derselben in den festen Excrementen gefunden hat. Noch weniger auffallend ist daher, dass die Herbivoren, welche zugleich die kieselsäurereichsten Pflanzentheile (Halme u. s. w.) mit verzehren, einen Koth entleeren, in dem *Zierl* [2]) (bei Kühen) 4,4% (bei Schafen) 6,0% und (bei Pferden) 4,6% fand. Die Darmconcretionen pflanzenfressender Thiere sind deshalb oft reich an Kieselsäure.

Zweite Classe von Mineralkörpern.

Chlorwasserstoffsäure.

Da wir aus den S. 97 geltend gemachten Gründen der Ueberzeugung sind, dass die freie Säure des Magensaftes wesentlich Milchsäure sei, so können wir natürlich dieser Säure keine besondre Betrachtung widmen. Wir erinnern deshalb hier nur daran, dass unsern Versuchen nach [3]) bei der Verdauung die Milchsäure durch keine andre Säure als Salzsäure ersetzt werden kann.

Fluorwasserstoffsäure.

Diese Säure glaubte *Brugnatelli* [4]) im Magensafte der Vögel entdeckt zu haben, indem er Agat- und Bergkrystallstücke, welche er mittelst Röhren in den Mägen von Hühnern und Truthühnern eingebracht, und 10 Tage darin erhalten hatte, deutlich corrodirt fand, und an denselben einen Gewichtsverlust von 12 bis 14 Gran beobachtete; ebenso behauptet *Treviranus* [5]), dass bei der Digestion der Contenta des Darmkanals von Hühnern die Glasur von Porzellangefässen angegriffen werde.

Bei den geringen Quantitäten dieser Säure, welche möglicher Weise in den Magen- und Darmsäften jener Thiere vorkommen können, ist es allerdings schwierig, deren Abwesenheit mit aller erforderlichen Bestimmtheit nachzuweisen; allein theoretische Gründe ebensowohl als directe Versuche stehen der Behauptung *Brugnatelli's* entgegen, so dass man wenigstens mit höchster Wahrscheinlichkeit das Nichtvorkommen dieser Säure annehmen kann. *Tiede-*

[1]) *Berzelius*, a. a. O. S. 346.
[2]) *Zierl*, Kastn. Arch. Bd. 2, S. 476.
[3]) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. z. Leipzig. 1849.
[4]) *Brugnatelli*, Crell's Ann. 1787. Bd. 1, S. 230.
[5]) *Treviranus*, Biologie. Bd. 4, S. 362.

mann und *Gmelin*[1]) digerirten den Magensaft einer Ente 24 Stunden lang in einem Platintiegel, der mit einem von Wachs überzogenen und theilweise radirten Glasplättchen bedeckt war; sie konnten jedoch keine Corrosion am Glase wahrnehmen. Ich brachte den Chylus eben getödteter Enten in einen Platintiegel, setzte zur Masse noch etwas Schwefelsäure und bedeckte den Tiegel mit einem Uhrgläschen, welches mit Wachs überzogen, nach der Mitte (d. h. dem untern convexen Theile) hin aber entblöst war; nach Beendigung des Versuchs konnte ich auf dem Uhrgläschen auch nicht die geringste Corrosion auffinden. Ferner sättigte ich die aus dem Kropfe und dem Magen zweier Truthühner durch Auswaschen der Contenta mit Wasser erhaltene Flüssigkeit mit Kali, dampfte sie dann zur Trockenheit ein und verbrannte den Rücksand; die Asche ward dann im Platintiegel, wie oben erwähnt, vorsichtig mit Schwefelsäure behandelt; allein auch hier liess sich keine Spur von Flusssäure nachweisen.

Sind auch diese Versuche nicht streng beweisend gegen *Brugnatelli's* Beobachtung, so lässt sich recht wohl erklären, wie *Brugnatelli* und *Treviranus* zu jener Ansicht verleitet worden sind. Es ist nämlich recht leicht möglich, dass, da man in dem Magen dieser Thiere immer kleine Steinchen und Sand findet, bei dem längern Verbleiben der Achat- und Bergkrystallstücke eine rein mechanische Reibung mit den feinsten Sandkörnchen stattgefunden habe, durch welche eine Corrosion und jener Gewichtsverlust hervorgebracht worden sein kann. Uebrigens habe ich nie an den Steinchen, die man im Magen von Enten und Hühnern findet, eine deutliche Corrosion wahrnehmen können. Auch wäre es doch sonderbar, wenn die Natur hier erst für Absonderung der Flusssäure gesorgt hätte, um sie alsbald wieder durch die aufgenommenen kieselhaltigen Steinchen verschwinden zu lassen. Sollte denn aber die Flusssäure nicht sofort andre Säuren aus den im Magensafte enthaltenen Salzen austreiben?

Chlornatrium.

Wie fast überall auf der ganzen Erdoberfläche findet sich dieser Körper auch in allen Theilen des thierischen Organismus; er ist aber dem letztern nicht etwa blos zufällig mit den Speisen und Getränken zugeführt worden, sondern wird daselbst zu bestimmten, obwohl höchst verschiedenen Zwecken verwendet.

Die Wichtigkeit des Kochsalzes für die thierische Stoffmetamorphose leuchtet schon daraus ein, dass es unter den löslichen Aschentheilen aller thierischen Substanzen immer den grössten Theil ausmacht. Es ist ein sehr constanter Begleiter gewisser Thierstoffe, auf deren chemische und physikalische Eigenschaften es von wesentlichem Einflusse ist. Obenan steht unter diesen Stoffen das Eiweiss, welches seinem Kochsalzgehalte theils seine Löslichkeit verdankt, theils je nach

[1]) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 2, S. 139.

der Menge des beigemengten Kochsalzes ein verschiedenes Verhalten bei der Coagulation zeigt. Das Kochsalz löst reines Caseïn auf und verlangsamt die Gerinnung des Fibrins des Blutes ausserordentlich. Ist es auch nicht möglich gewesen, bestimmte chemische Verbindungen des Chlornatriums mit diesen Körpern nachzuweisen, so spricht dafür doch der eben erwähnte Einfluss desselben auf genannte Proteïnverbindungen, die Analogie der Verbindung des Kochsalzes mit Krümelzucker und endlich wohl auch die Unmöglichkeit, einige der Proteïnkörper durch blosses Auswaschen vollkommen von Chlornatrium zu befreien.

Man vergleiche insbesondre das oben S. 341 beschriebene Verhalten des Albumins zu Salzen.

Mit diesen Thatsachen steht im Einklange, dass das Kochsalz gleich andern wichtigern Bestandtheilen des thierischen Organismus nicht blos constant vorkommt, sondern auch an eine ziemlich bestimmte Zahl gebunden ist. Denn es ist ein feststehendes Gesetz, dass die einzelnen thierischen Flüssigkeiten sich stets in gleicher chemischer Constitution zu erhalten suchen. Dieses Gesetz, auf welches wir später ausführlicher zurückkommen müssen, erstreckt sich sogar auf Proteïnverbindungen, die, wenn sie im Ueberschuss aufgenommen worden sind, zwar auf gewöhnliche Weise zersetzt, aber doch baldigst unter der Form von Harnstoff und Harnsäure durch die Nieren wieder entfernt werden.

Die Menge des Chlornatriums im normalen menschlichen Blute verhält sich zu der der übrigen löslichen Mineralsalze in der Regel ziemlich genau = 3 : 1 bis 2,4 : 1. *Berzelius* [1]) fand in 1000 Theilen Serum menschlichen Blutes 6,0 Th., *Marcet* 6,6, was auf 1000 Th. Blut ungefähr 5,5 machen würde; *Nasse* [2]) erhielt auf 1000 Th. Blut 4,0 bis 5,0 Th. Chlornatrium; *Denis* [3]) 3,537 bis 3,668 Th.; *Becquerel* und *Rodier* [4]) 2,3 bis 4,2 Th.; im Mittel von 11 Untersuchungen männlichen Blutes 3,1, von 8 Untersuchungen weiblichen Blutes 3,5 Th. In 1000 Th. meines eignen Blutes fand ich im normalen Zustande = 4,138 Th. Chlornatrium, nach dem Genusse salzreicher Speisen, als sich heftiger Durst eingestellt hatte, 4,148 Th.; eine Stunde nach dem Genusse von 2 Unzen Kochsalz, während ich zugleich ungefähr 2 Maass Wasser getrunken hatte, 4,181 Th. Es scheint also hieraus hervorzugehen, dass der thierische Organismus nicht nur fremdartige Stoffe ausserordentlich schnell entfernt, sondern dass auch selbst nützliche, aber überflüssige Substanzen baldmöglichst ausgeschieden werden.

[1]) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9, S. 98.

[2]) *H. Nasse*, *R. Wagner's* Wörterb. d. Physiol. Bd. 1, S. 167.

[3]) *Denis*, Journ. de Chim. méd. Sér. IV, p. 111.

[4]) *Becquerel* und *Rodier*, Gazette méd. 1844. No. 48.

Der Salzgehalt des Blutes pflegt aber in Krankheiten grössere Schwankungen zu erleiden; so fand *H. Nasse*[1]) und *Scherer*[2]) Verminderung des Salzgehaltes im entzündlichen Blute, *O'Shaugnessy*, *Rayer* und *Mulder* vorzüglich in der Cholera, *H. Nasse* im Blute eines Diabetikers, *Lecanu* im Blute Gelbsüchtiger, *Jenings* und *Simon* in dem Chlorotischer; eine Vermehrung der Salze des Blutes im Seescorbut fand *Fremy* und in der Fäule der Schafe *Nasse*. Davon, dass in der Tuberculosis die Salze des Blutes vermindert seien, haben meine Versuche nur sehr zweifelhafte Resultate gegeben, da es nur schwierig ist, das Blut Tuberculöser zu erhalten, ohne dass eine Entzündung Anlass zur Blutentziehung giebt. Doch hierüber siehe genauer im 2. Theile »Blut«.

Wenn auch die bekannte Einwirkung von Kochsalz auf die Farbe des Blutes nur in rein mechanischen Verhältnissen ihren Grund haben mag, so deutet doch das Vorkommen des Chlornatriums im Blute, insofern es im normalen Zustande nur geringen Schwankungen unterliegt, im krankhaften dagegen sehr erheblichen, so wie auch die berührte chemische Einwirkuug dieses Salzes auf histogenetische Stoffe mit hoher Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass auch das Chlornatrium bei der Blutmetamorphose einen chemischen Dienst verrichte; *Hofmann*[3]) glaubt, dass es überhaupt die Oxydationsfähigkeit der Blutbestandtheile erhöhe, was freilich erst näher nachzuweisen wäre.

Berzelius war früher der Meinung, der Eiweissgehalt des Blutwassers möge die Ursache sein, warum der sonst im reinen Wasser so leicht lösliche Blutfarbstoff sich nicht im Serum auflöse, allein *Joh. Müller* hat gezeigt, dass die Rinde der Blutkörperchen sogleich aufgelöst wird, wenn dieselben mit einer wässrigen, nicht allzu verdünnten Eiweisslösung in Berührung kommen; setzt man dagegen dem Eiweiss noch etwas Wasser zu, welches auch nur 1% Kochsalz enthält, so bleiben die Blutkörperchen unverändert, während sie durch reine Kochsalzlösung ohne Eiweiss ebenfalls zerstört werden.

Ueber die Wirkungsweise des Chlornatriums und verschiedener andrer Körper auf die rothe Farbe des Bluts wird unter „Blut" im 2. Theile ausführlicher die Rede sein; hier genüge nur soviel, dass *Scherer's* Versuche mit grosser Bestimmtheit dargethan haben, dass die hellere oder dunklere Farbe des Bluts hauptsächlich von der Form der Blutkörperchen, die wiederum von den endosmotischen Verhältnissen zwischen ihrem Inhalte und der umgebenden Flüssigkeit abhängig ist, hauptsächlich bedingt wird. Setzt man nämlich z. B. viel Kochsalz zum Blute, so werden die Blutkörperchen contrahirt und dadurch biconcav; von dieser biconcaven Form leitet aber *Scherer* die hellere Färbung des Blutes ab.

In den aus dem Blute ausgeschiedenen Flüssigkeiten, in welchen mehr Kochsalz als im ersteren enthalten ist, spielt das Kochsalz gewiss

[1]) *H. Nasse*, das Blut. 1836. S. 287.
[2]) *Scherer*, Heller's Arch. Bd. 10, S.
[3]) *H. Hoffmann*, das Proteïn u. s. w. S. 19.

eine nicht unwichtige Rolle; hierzu gehören der Speichel, Magensaft, entzündliche Exsudate, Eiter und Schleim. Was zunächst den Speichel betrifft, so vindiciren wir demselben gerade keine so hohe Bedeutung; allein wenn er eine Function ausübt, so wird das Kochsalz gewiss auch daran seinen Theil haben, da es an Menge alle übrigen festen Bestandtheile des Speichels übertrifft. Im Magensafte werden neben wenigen organischen Substanzen fast nur Chlormetalle und darunter hauptsächlich Kochsalz gefunden. Dieses Vorkommen dürfte uns zu dem Schlusse berechtigen, dass das Chlornatrium des Speichels und Magensaftes wesentlich befördernd auf die Auflösung und Umwandlung der Nahrungsmittel einwirke, oder wenigstens dazu beitrage, abnorme Zersetzungen und Metamorphosen der Nutrimente zu verhindern.

Dass das überschüssige in das Blut übergeführte Kochsalz nicht blos von den Nieren baldmöglichst ausgeschieden wird, sondern auch von andern Secretionsorganen, wie den Speicheldrüsen, Magendrüsen u. s. w., dafür sprechen mehrere von mir gemachte Beobachtungen. Während der Magensaft eines nach *Blondlot* mit einer Magenfistel versehenen Hundes im nüchternen Zustande einen Magensaft in Folge künstlicher Reizung secernirte, der 0,126% Kochsalz enthielt, fand ich im gleicherzielten Magensafte, nachdem ich dem Hunde in die V. jugularis 2 Unzen gesättigter Kochsalzlösung injicirt hatte, nach einer halben Stunde = 0,385% Kochsalz. Besser lässt sich aber diese Thatsache bei Anwendung des analogen Iodnatriums oder Iodkaliums erkennen; das Iodkalium erscheint, wenn es in die Venen injicirt worden ist, ausserordentlich schnell im Magen, nur muss ich es unentschieden lassen, ob dieses nicht vielleicht grösstentheils vom Speichel herrühre; denn ich habe mich überzeugt, dass das Iodkalium in grosser Menge und schneller noch aus dem Blute in den Speichel als in den Harn übergeht. Nimmt man z. B. einige Gran Iodkalium selbst in Pillenform und überzeugt sich unmittelbar nachher, dass kein Iod in den Mundflüssigkeiten zurückgeblieben ist, so wird man in dem etwa nach 5 bis 10 Minuten ausgeworfenen Speichel Iod mit Bestimmtheit nachweisen können, was beim Urin nicht der Fall ist, selbst wenn er aus den Uretheren, also unmittelbar nach seiner Abscheidung durch die Nieren untersucht wird. Aehnliche Beobachtungen hat *Claude Bernard*[1]) mit Kaliumeisencyanür, Milchsäure u. s. w. angestellt, die er nach Injection derselben in die Jugularvenen eines Hundes sehr bald im Magensafte erscheinen sah.

Enderlin[2]) fand in 100 Th. der Mineralstoffe des Speichels = 61,93% Chlornatrium und Chlorkalium.

Im Magensafte des Menschen fand *Prout*[3]) 0,12 bis 0,13% Chlornatrium mit etwas Chlorkalium; *Braconnot*[4]), *Tiedemann* und *Gmelin*[5]), so wie *Ber-*

[1]) *Claude Bernard*, Thèse soutenue à la faculté de Paris. 1844.
[2]) *Enderlin*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 56.
[3]) *Prout*, Schweigg. Journ. Bd. 42, S. 473.
[4]) *Braconnot*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 59, p. 113.
[5]) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung. Bd. 1. S. 91.

zelius bestätigen den reichlichen Gehalt des Magensaftes an jenem Salze. In der Flüssigkeit aus dem Kropfe einer Ente, welche 8 Tage lang nur mit in destillirtem Wasser aufgeweichter Gerste genährt worden war, fand ich 0,311% Kochsalz.

Dass das in dem Magensafte enthaltene Chlornatrium und die Chlormetalle überhaupt etwas zur Auflösung der histogenetischen Stoffe während der Verdauung beitrügen, ist nicht recht wahrscheinlich; denn trotz einiger früher von mir angestellten Versuche, welche ganz dafür zu sprechen schienen, habe ich mich durch neuere, zahlreichere Versuche [1]) überzeugt, dass jeder Zusatz von Salz zu natürlichem oder künstlich gut dargestelltem Magensaft die Umwandlung der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel unfehlbar hemmt. Es liesse sich vielleicht denken, dass der Gehalt des Magensaftes an Chlormetallen an eine bestimmte Zahl gebunden sei, die gerade ausreiche, um abnorme Zersetzungen im Magensaft zu verhindern, aber doch nicht gross genug sei, um die Digestivkraft des Magensaftes zu hemmen.

In den Exsudaten findet man zwar weniger Kochsalz als im Blute selbst, allein im Verhältniss zu den fixen Bestandtheilen dieser Liquida zeigt sich das Chlornatrium stets erheblich vermehrt. Dass diese reichlichere Durchschwitzung der löslichen Salze durch die Gefässwände auf einem rein mechanischen Verhältnisse beruhe, haben *Brücke* [2]) und *Henle* [3]) ziemlich ausser Zweifel gesetzt. Es ist indessen nicht unwahrscheinlich, dass das Chlornatrium bei der Umwandlung des Exsudates selbst mit wirksam sei; wir finden wenigstens, dass gerade Eiter und andre in Zellen übergehende Exsudate sehr reich an erwähntem Salze sind; besonders gilt dies von dem Schleimsafte, wie *H. Nasse* [4]) dargethan hat. Krebssaft ist stets sehr reich an Kochsalz. Ob das Kochsalz bei der abnormen Umwandlung des Exsudats in Zellen mit betheiligt sei, muss zur Zeit dahingestellt bleiben. Fast gewinnt es aber den Anschein, als ob jede Ablagerung von Zellen von einer vermehrten Menge Chlornatrium begleitet sei oder ihr Stehenbleiben auf einer niedern Entwicklungsstufe bedingte. Wir finden wenigstens, dass die Knorpel, welche bekanntlich in ihrem vollkommen ausgebildeten Zustande so reich an Zellen sind, auch weit grössre Mengen Chlornatrium enthalten, als man sonst wohl in andern thierischen Theilen findet. Die knorpelartigen Knochen des Fötus, in denen sich noch wenig phosphorsaurer Kalk abgelagert hat, enthalten weit mehr Kochsalz als die ausgebildeten. Abnorme Ablagerungen nach Knochen-

[1]) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1849.
[2]) *Brücke*, Caspar's Wochensch. 1840. No. 21.
[3]) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 1, S. 122.
[4]) *H. Nasse*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 29, S. 59.

krankheiten enthalten oft mehr Chlornatrium als selbst die permanenten Knorpel.

Fromherz und *Gugert*[4]) fanden in der Asche des Rippenknorpels eines 20jährigen Mannes 8,231% Chlornatrium; bei Untersuchung des Kehlkopfknorpels eines ausgewachsenen Frauenzimmers fand ich 11,236% Kochsalz in der Asche. Aus verschiedenen Knochen konnte ich nur 0,7 bis 1,5% ausziehen; der Schenkelknochen eines 6monatlichen Fötus, den ich untersuchte, enthielt 10,138% Kochsalz, nach *Valentin*[5]) enthielt die um eine cariöse Tibia abgelagerte Exsudatkruste = 13,7%.

H. Nasse fand im Schleim der Luftwege im Mittel zweier Analysen 0,582% Chlornatrium, bei zwei vergleichenden Analysen des Blutserums und des Eiterserums in ersterm 0,46%, in letzterm 1,26%. Die Eitersecretion steht also auch in dieser Hinsicht der Schleimsecretion sehr nahe, während das Eiterserum von dem des Blutes sehr verschieden zusammengesetzt ist.

Um eine Uebersicht über das Vorkommen des Chlornatriums in thierischen Flüssigkeiten zu geben, lassen wir die meist auf eigne Analysen begründeten Zahlen folgen, die den procentischen Gehalt an Kochsalz *a.* in der Flüssigkeit, *b.* dem festen Rückstand, *c.* der Asche angeben.

	a.	*b.*	*c.*
Menschliches Blut	0,421%	1,931%	57,641%
Blut vom Pferde	0,510%	2,750%	67,105%
Chylus „	0,531%	8,313%	67,884%
Lymphe „ (*Nasse*)	0,412%	8,246%	72,902%
Blutwasser „ (Ders.)	0,405%	5,200%	59,090%
Blut der Katze (Ders.)	0,537%	2,826%	67,128%
Chylus „ (Ders.)	0,710%	7,529%	62,286%
Milch vom Menschen	0,087%	0,726%	33,089%
Speichel „	0,153%	12,988%	62,195%
Magensaft vom Hunde	0,126%	12,753%	42,089%
Galle vom Menschen	0,364%	3,353%	30,464%
Harn „	0,332%	5,187%	22,972%
Schleim „ (*Nasse*)	0,583%	13,100%	70,000%
Blutserum „ (Ders.)	0,460%	4,919%	58,974%
Eiterserum „ (Ders.)	1,260%	11,454%	72,330%
Entzündliches Exsudat der Pleura (*Scherer*)	0,750%	10,416%	73,529%
Faserkrebs der Brust	0,314%	6,043%	65,391%

Nach diesem Ueberblicke über das Vorkommen und den Nutzen des Kochsalzes im thierischen Haushalt ist es wohl nicht erst nöthig, die Quellen anzugeben, aus denen der Thierkörper die nöthigen Mengen desselben bezieht. Das Chlornatrium ist so allgemein in der Natur verbreitet, dass schon mit dem einfachsten und gewöhnlichsten Nahrungs-

---

[4]) *Fromherz* und *Gugert*, Schweigg. Journ. Bd. 50, S. 187.

[5]) *Valentin*, Repertor. 1838. S. 301.

mittel und besonders mit dem Wasser dem thierischen Organismus die nöthige Quantität zugeführt wird.

Die Cultur hat zwar die Benutzung des Kochsalzes zu einem wahren Bedürfniss erhoben, allein hieraus ist keineswegs zu schliessen, dass das in den gewöhnlichen Nahrungsmitteln enthaltene Salz zur Unterhaltung der thierischen Functionen nicht ausreichend sei. Ein einfacher Vergleich der im Thierkörper enthaltenen Mengen Salz mit denen, die in den täglich genossenen Nahrungsmitteln vorkommen, wird uns leicht belehren, dass wir mehr Kochsalz zu uns nehmen, als das Bedürfniss erfordert, und wenn auch andrerseits nach den Erzählungen mehrerer Reisender einige Negervölker im Innern Afrikas das Kochsalz mit Goldstaub aufwägen und bei Mangel desselben zu den widrigsten Surrogaten ihre Zuflucht nehmen: so wissen wir doch auch, dass fast ganze Volksstämme auf den Inseln der Südsee und in Südamerika ohne Kenntniss und Bedürfniss nach Kochsalz wohl gedeihen. Uebrigens wird auch durch Stürme vom Meere aus, wie *Liebig* gezeigt hat, Kochsalz weit in die Binnenländer mit fortgeführt, um dort zunächst die Quellwasser mit diesem Salze zu versorgen. Man lese übrigens nur die Resultate der Analysen von Pflanzenaschen nach, um sich zu überzeugen, dass die gewöhnlichen vegetabilischen Nahrungsmittel vollkommen ausreichen, um den Thierkörper mit dem nöthigen Bedarf an Kochsalz zu versehen.

Kohlensaures Natron.

Dieses Salz findet sich zwar nicht selten in der Asche verbrannter thierischer Stoffe; allein in den meisten Fällen ist es hier nichts als das Product der Verbrennung von Verbindungen des Natrons mit organischen Säuren oder auch Proteïnkörpern. Indessen findet sich nach den zuverlässigsten Untersuchungen kohlensaures Natron neben andern Natronverbindungen im Blute und in der Lymphe. Im Harn pflanzenfressender Thiere ist es ebenfalls neben grössern Mengen von kohlensaurem Kali und Kalk enthalten.

Frühere Beobachter nahmen die Gegenwart des kohlensauren Natrons im Blute als erwiesen an, ja man glaubte, mit Grund behaupten zu können, dass dieselbe für die Kohlensäureexcretion von grossem Belang sei: allein später schien es durch einige Beobachtungen wieder sehr zweifelhaft gemacht zu werden, ob überhaupt kohlensaure Alkalien im Blute vorkommen könnten. Man hatte allgemein in der Asche des Blutes kohlensaure Alkalien gefunden (*Berzelius*, *Marcet*, *Mitscherlich*, *Tiedemann* und *Gmelin*, neuerlich *Nasse*, *Marchand* und Andre), bis *Enderlin* [1]) nach seiner Art, das Blut einzuäschern, auch keine Spur von Kohlensäure in der Blutasche von Menschen, Rindern, Schafen und Hasen auffinden konnte; er fand im Gegentheil unter den löslichen Salzen neben den bekannten Chloriden und Sulphaten nur dreibasisch phosphorsaures

[1]) *Enderlin*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 53.

Natron. Er schliesst hieraus, dass, da sich in der Blutasche nicht einmal kohlensaure Salze vorfänden, noch viel weniger im Blute selbst kohlensaures Alkali enthalten sein könne. Nichts desto weniger dürften aber die frühern Beobachter sich keineswegs geirrt haben, wenn sie (wie z. B. *Nasse*[1] 0,060 bis 0,080% und *Marchand*[2] 0,125%) kohlensaures Natron fanden; man kann nämlich ganz beliebig eine Blutasche ohne oder mit kohlensauren Salzen herstellen je nach dem Grade des Glühens und der Methode des Einäscherns selbst. Glühen wir das gewöhnliche phosphorsaure Natron ($Na_2 \dot{H} \ddot{\dot{P}}$) mit kohlensaurem Natron, so verliert das letztre seine Kohlensäure und es entsteht nothwendiger Weise dreibasisch phosphorsaures Natron; beim Auflösen in Wasser verwandelt sich aber bekanntlich dieses dreibasische Natronphosphat durch die Kohlensäure der Luft sehr bald wieder in kohlensaures und *c*phosphorsaures Natron. Das dreibasisch phosphorsaure Natron kann demnach als solches im kreisenden Blute keineswegs bestehen, da hier gerade reichlich Kohlensäure zu seiner Zerlegung vorhanden ist.

Nehmen wir aber auch das Vorkommen kohlensauren Natrons in der Blutasche an, so ist damit allein dessen Gegenwart im frischen Blute noch keineswegs erwiesen; denn es kommen im Blute fettsaure und andre organischsaure Alkalien vor, welche beim Einäschern in Kohlensäure verwandelt werden. Erwägen wir aber, dass die Reaction frischen Blutes alkalisch ist, ätzendes Natron aber wegen der im Blute stets enthaltenen Kohlensäure eben so wenig als das erwähnte dreibasisch phosphorsaure Natron vorkommen kann, so ist jene Reaction kaum von einem andern Körper als von kohlensaurem Natron herzuleiten; denn die fettsauren Alkalien sind in viel zu geringer Menge im Blute enthalten, als dass von ihnen die alkalische Reaction frischen Blutes und die Menge Carbonat in der Asche desselben abgeleitet werden könnte. *Liebig*[3] machte zuerst darauf aufmerksam, dass das Carbonat als doppeltkohlensaures Natron im Blute enthalten sein müsse. Neben dem einfach kohlensauren Natron kann keine freie Säure bestehen. Folgender Versuch spricht für die Gegenwart des Bicarbonats: fällt man Blutserum mit Alkohol und wäscht den Niederschlag mit verdünntem Weingeist gehörig aus, so hinterlässt das Albumin beim Verbrennen keine alkalische Asche; wäre Natron mit Eiweiss chemisch verbunden, so müsste das Natron mit dem Eiweiss gefällt worden sein, während neutrales und besonders doppeltkohlensaures Natron in Weingeist sich recht gut auflöst. Leitet man durch die vom Albumin abfiltrirte Flüssigkeit Wasserstoffgas, so treibt dieses Kohlensäure aus; Wasserstoffgas treibt nämlich, wie früher *Magnus* und *Rose*, *Marchand*[4]) neuerlichst wieder dargethan haben, aus dem doppeltkohlensauren Natron, besonders bei + 38° C, das eine Atom Kohlensäure vollständig aus. Für die Gegenwart von doppeltkohlensaurem Natron führt *Liebig* auch noch das Verhalten des Quecksilberchlorids gegen die durch Weingeist vom Albumin befreite Flüssigkeit an; dieses bildet hiermit, wie mit doppeltkohlensaurem

[1]) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 1, S. 167.
[2]) *Marchand*, Lehrb. d. physiol. Ch. S. 226.
[3]) *Liebig*, Handwörterb. d. Ch. Bd. 1, S. 901.
[4]) *Marchand*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 35, S. 390.

Natron keinen Niederschlag, setzt aber nach einiger Zeit braune Krystalle von Quecksilberoxychlorid ab. Ich befreite mittelst eines Stromes reinen Wasserstoffgases und wiederholtes Auspumpen der Luft mittelst der Luftpumpe frisch geschlagenes Rindsblut so von Kohlensäure, dass neues Wasserstoffgas, welches durch das Blut gestrichen war, im Blutwasser auch nicht die geringste Trübung mehr erzeugte; hier ward mittelst einer besondern Vorrichtung (d. h. ohne dass atmosphärische Luft zutreten konnte) etwas Essigsäure mittelst Wasserstoffgas in das Blut getrieben und von Neuem letzteres in grösserer Menge durch das Blut geleitet; unmittelbar nach dem Zufluss der Essigsäure zum Blute wurde das Barytwasser vom durchstreichenden Wasserstoff von Neuem getrübt; also ein Beweis, dass im dem Blute ausser der durch Gase und Luftpumpe entfernbaren Kohlensäure noch ein Theil derselben an eine Basis gebunden enthalten ist. Es dürften somit wohl alle Zweifel über die Gegenwart des kohlensauren Natrons im Blute gehoben sein. Weiter ausgeführten quantitativen Versuchen [1]) nach habe ich im Mittel von 10 Versuchen in 100 Th. Rindsblut = 0,1628 Th. einfach kohlensaures Natron gefunden, nachdem die freie Kohlensäure auf oben erwähnte Weise ausgetrieben war.

In der Lymphe eines Pferdes fand *Nasse* [2]) 0,056% kohlensaures Natron, während *Marcet* [3]) im Blutwasser = 0,165% gefunden hatte. Wer die Nieren als blosse Colatorien ansieht, kann die Gegenwart kohlensaurer Alkalien im Blute nicht läugnen, da wenigstens im Harn pflanzenfressender Thiere sich bedeutende Mengen kohlensaurer Salze vorfinden. Der Parotidenspeichel der Pferde trübt sich wie Kalkwasser an der Luft, nur mit dem Unterschiede, dass er zugleich die schönsten Krystalle von kohlensaurem Kalk absetzt, die man unter dem Mikroskop betrachten kann.

Dem kohlensauren Natron des Blutes hatte *Liebig* früher eine höchst wichtige Rolle bei dem Respirationsprocesse zuertheilt, indem er dasselbe als den Träger der Kohlensäure ansah, die aus den Haargefässen in die Lungen übergeführt wird. Der in den Lungen dem Blute zugemischte Sauerstoff verdrängt dort die Kohlensäure ganz so, wie diese durch einen Sauerstoff- oder Wasserstoffgasstrom aus ihrer Verbindung im Natronbicarbonat ausgetrieben wird. Für jetzt steht dieser Ansicht durchaus keine Thatsache entgegen; ja ist die Gegenwart des kohlensauren Natrons im Blute einmal zugegeben, so kann nicht geläugnet werden, dass dieses daselbst in das Bicarbonat verwandelt und andrerseits durch zutretende Gasarten andrer Art zersetzt werden müsse. Allein es fragt sich nur, ist die Menge des kohlensauren Natrons hinreichend, um der ganzen Kohlensäure des Blutes als Transportmittel zu dienen? Diese Frage lässt sich mit folgender Rechnung beantworten; 1000 gr. Blut enthalten 1,628 gr. kohlen-

[1]) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1847. S. 96—100.
[2]) *Nasse*, Simon's Beiträge z. phys. u. pathol. Ch. Bd. 1, S. 449.
[3]) *Marcet*, Schweigg. Journ. Bd. 10, S. 151.

saures Natron, letzteres kann, um sich in Bicarbonat zu verwandeln, noch 0,637 gr. Kohlensäure aufnehmen; 0,637 gr. Kohlensäure liessen sich also aus dem Blute durch die Luftpumpe oder andre Gase austreiben; diese würden dem Volumen nach = 322 CC. geben; nehmen wir das specifische Gewicht des Blutes = 1,055 an, so könnten 1000 CC. Blut = 343 CC. Kohlensäure enthalten, die durch andre Gase oder Luftverdünnung ausgetrieben werden. *Magnus* hat aber mittelst Wasserstoffgas und Vacuum aus 1000 CC. Blut gegen 300 CC. Kohlensäure ausgeschieden und zwar nach einer Methode, nach welcher immer ein Theil Kohlensäure im Blute zurückbleiben musste. Die Uebereinstimmung der Rechnung mit dem empirischen Resultate ist daher hier so gross, wie sie nur erwartet werden konnte.

Dass das kohlensaure Natron im Blute auch dem Faserstoff so wie dem Eiweiss als Lösungsmittel dient, ist nicht zu bezweifeln; hat doch *Bird* nachgewiesen, dass gerade das Bicarbonat für Albumin eines der besten Lösungsmittel sei. Durch grössere Mengen kohlensaurer Alkalien wird bekanntlich die Gerinnung des Fibrins verlangsamt oder ganz verhindert.

Dass endlich das Alkali des Blutes auch zur Sättigung der dem Organismus zugeführten oder in ihm erzeugten Säuren beiträgt, ist um so wahrscheinlicher, als die Natur selbst dafür gesorgt hat, dass das kohlensaure Alkali aus jenen organischsauren Salzen sobald als möglich wieder hergestellt werde (vergl. oben S. 102).

Die Entstehung des kohlensauren Natrons im Thierkörper liegt nach dem oben Angeführten auf der Hand, so dass es hierüber keiner weitern Entwicklung bedarf.

Phosphorsaure Alkalien.

So wichtig zweifelsohne für den thierischen Stoffwechsel die phosphorsauren Alkalien sind, so wenig lässt sich doch leider noch heute mit Bestimmtheit über dieselben aussprechen. Ehe *Rose* die bisherige Methode der Herstellung und Untersuchung der Asche organischer Körper vollkommen umgestaltet hatte, musste man aus dem reichlichen Vorkommen von phosphorsauren Alkalien in den Aschen thierischer Stoffe schliessen, dass diese Salze eine wichtige Rolle im thierischen Haushalte spielen dürften. Dieser Schluss schien insbesondre durch die eigenthümlichen Verhältnisse der Sättigungscapacität der Phosphorsäure und die Metamerie der Phosphate unterstützt zu werden. Denn es

leuchtete fast von selbst ein, dass keiner andern Säure Salze so nützlich beim eigentlichen Stoffwechsel verwendet werden könnten, als die der Phosphorsäure, einer Säure, die mit einem, zwei und drei Atomen Basis neutrale, mit zwei und einem Atom saure, und überdem noch mehrere basische Salze bilden kann. Dazu kommt die Eigenschaft des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons, anstatt eines Atoms fixer Basis ein Atom Wasser als Basis zu enthalten und dabei vermöge seiner Alkalicität gleich freien oder kohlensauren Alkalien als Lösungsmittel für viele thierischen Substanzen zu dienen, seine Fähigkeit, an die schwächsten Säuren, z. B. Harnsäure, von den 2 At. fixer Basis noch 1 At. abzugeben und sich in ein saures Phosphat umzuwandeln, endlich die Fähigkeit des gewöhnlich basisch genannten Natronphosphats (mit 3 At. fixer Basis) an freie Kohlensäure 1 At. Natron abzugeben, und so immer noch zwei neutrale, obwohl alkalisch reagirende und stark auflösend wirkende Salze zu geben. Wenn man alles dieses erwog, und überdies sich der Wichtigkeit der Erdphosphate, besonders aber der phosphorhaltigen Thiersubstanzen erinnerte, so musste man glauben, dass durch diese Betrachtung jener Schluss nur gerechtfertigt werde, den man aus dem reichlichen Vorkommen der Alkaliphosphate in den Aschen ziehen zu müssen geglaubt hatte. Allein leider ist durch die von *Rose* verbesserte Analyse der thierischen Mineralbestandtheile jener Schlussfolgerung die eigentliche Basis entzogen worden. Die frühern Aschenanalysen der verschiedenen thierischen Säfte können uns nicht mehr zur Beglaubigung der Wichtigkeit jener Alkaliphosphate dienen; die neuern nach der Methode von *Rose* ausgeführten Untersuchungen reichen aber noch nicht aus, um ein vollgültiges Urtheil über das Vorkommen präformirter Alkaliphosphate in den einzelnen thierischen Säften zu fällen und zwar aus mehrfachen Gründen: die in dem wässrigen Auszuge der Kohle thierischer Körper enthaltenen Alkaliphosphate sind es nicht allein, die als präformirt in dem Thierkörper anzusehen sind, sondern auch in dem salzsauren Auszuge solcher Kohle sind noch Alkaliphosphate enthalten, welche mit phosphorsaurer Kalk- oder Talkerde als unlösliche Doppelsalze in der Kohle geblieben waren (*Rose*[1]). Im Betreff dieser Alkaliphosphate ist es aber nicht zu entscheiden, ob sie vor ihrer Verbindung mit Kalk oder Talkerde bereits als solche (als basische Salze) oder vielmehr (was nach *Rose* wahrscheinlicher) als kohlensaure oder organischsaure Alkalien präformirt

[1]) *Rose*, Pogg. Ann. Bd. 77, S. 288 – 302.

in der organischen Substanz enthalten gewesen sind; ferner ist auch nie ganz genau zu bestimmen, in wieweit phosphorsaures Alkali durch Zersetzung der phosphorsauren Talkerde mittelst kohlensaurer Alkalien entstanden ist. Sehen wir aber ab von allen diesen Unsicherheiten, so dürfen wir auf die vorliegenden oder noch zu erlangenden Resultate solcher Untersuchungen der Mineralbestandtheile noch keineswegs zu weit gehende Folgerungen begründen; denn der *Rose*'sche Satz, dass die aus der Thierkohle auch durch Salzsäure nicht extrahirbaren Mineralkörper als nicht präformirt, als nicht oxydirt und als Verbindungen phosphorhaltiger Radicale mit Metallen anzusehen seien, ist zur Zeit nur noch Hypothese, wenn auch eine sehr wohl motivirte. Dies sind die Gründe, welche uns bestimmen, zur Zeit noch jede Behauptung über die Wirksamkeit des phosphorsauren Alkalis bei der Stoffmetamorphose im Allgemeinen oder bei einzelnen thierischen Processen zu unterdrücken. Sollten aber weitere Forschungen das reichlichere Vorkommen dieser Phosphate in einzelnen thierischen Säften und bei gewissen Processen mit grösserer Sicherheit darthun, so würde nach dem, was wir oben über die Eigenschaften des Natronphosphats bemerkt haben, seine Verwendung bei den einzelnen Vorgängen leicht zu errathen sein.

Um aber doch wenigstens ein Bild davon zu geben, wie nach den *Rose*'schen Untersuchungen die Verhältnisse der präformirten Alkaliphosphate zu den übrigen Mineralbestandtheilen sich gestalten dürften, stellen wir die Resultate der unter *Rose's* Leitung ausgeführten Untersuchungen mehrerer thierischer Substanzen hier übersichtlich zusammen:

100 Th. Asche liefern vom	Durch Wasser aus der Kohle ausziehbare Salze:	100 Th. der löslichen Salze enthalten Alkaliphosphate:	
Rindsblut	60,90	$\dot{K}_3\dddot{P}$	1,58
Pferdefleisch	42,81	$\dot{N}a_2\dddot{P}$	11,10
		$\dot{K}_2\dddot{P}$	83,27
Kuhmilch	34,17	$\dot{K}_3\dddot{P}$	21,60
Eigelb	40,95	$\dot{K}\dddot{P}$	24,57
		$\dot{N}a\dddot{P}$	25,16
Eiereiweiss	81,85		0,00
Rindsgalle	90,85	$\dot{K}_3\dddot{P}$	6,78
		$\dot{N}a_3\dddot{P}$	14,51
Harn	90,87	$\dot{K}_2\dddot{P}$	16,12
		$\dot{K}_3\dddot{P}$	4,55
Feste Excremente	18,55	$\dot{K}_3\dddot{P}$	20,13

Schon diese wenigen Zahlenresultate versprechen uns eine reiche Ausbeute für die Theorie des thierischen Stoffwechsels, für die Deutung einzelner zoochemischer Processe, für die Vertheilung des Kalis und Natrons in den verschiedenen thierischen Flüssigkeiten, für die physiologische Geltung des Phosphors u. s. w. Trotz des Vertrauens, welches wir in die Genauigkeit dieser Analysen zu setzen berechtigt sind, enthalten wir uns doch eines tiefern Eingehens in die Schlussfolgerungen, zu denen sie uns Veranlassung geben; denn abgesehen davon, dass so wenige Untersuchungen uns weniger zur Aufstellung von Theorien und Deductionen berechtigen, als vielmehr weitern Forschungen gewisse Richtungen andeuten: so werden wir bei der Betrachtung der betreffenden thierischen Stoffe Veranlassung genug finden, auf die Ergebnisse dieser Versuche zurückzukommen, zumal da wir hier zu weitläufig werden müssten, um die oft widersprechenden Resultate früherer Untersuchungen hiermit in Einklang zu bringen oder sie wenigstens, wie sie es verdienen, zu würdigen.

Wir werden z. B. bei der Betrachtung des Muskelgewebes und der dasselbe durchtränkenden Flüssigkeit auf die genialen Betrachtungen eingehen, die *Liebig* in gewohnter Weise an seine classische Untersuchung dieses Gegenstandes geknüpft hat. Er hat dort hauptsächlich auf den interessanten Unterschied des Blutes und des Fleisches rücksichtlich ihres Gehaltes an Kali und Natron aufmerksam gemacht; dieser höchst wichtige Unterschied tritt in den nach *Rose* ausgeführten Untersuchungen der Mineralbestandtheile beider Flüssigkeiten weniger hervor, und es ist bei der Wichtigkeit des Gegenstandes gewiss nothwendig, nach einer genauern Einsicht in diese Verhältnisse sich ein bestimmtes Urtheil über die thatsächlichen Unterlagen zu bilden.

Wer den zahlreichen Untersuchungen der Aschen der Pflanzen und der Samen insbesondre auch nur einige Berücksichtigung gewidmet hat, wird über die Quelle der Phosphate im Thierkörper nicht in Zweifel sein können; der reichliche Abgang der Phosphate durch den Harn kann uns dann um so weniger Wunder nehmen, als sich den Phosphaten, die präformirt in den Nahrungsmitteln enthalten waren, noch jene zugesellt haben, die bei der thierischen Stoffmetamorphose durch Oxydation der phosphorhaltigen organischen Stoffe oder Radicale entstanden sind.

Eisen.

Dieses Metall kommt im Thierkörper nicht nur an sehr verschiedenen Orten, sondern auch in verschiedenen Zuständen vor: im Blute findet es sich, wie wir beim Hämatin gesehen haben, höchst wahr-

scheinlich zum grössten Theile im nicht oxydirten Zustande, im Magensafte nach *Berzelius* als Chlorür und in andern Flüssigkeiten als phosphorsaures Salz.

In 100 Th. Asche des Rinderbluts wurden nach *Rose's* Methode 6,84 Th. Eisenoxyd gefunden, in der des Pferdefleisches 1,00 Th., in der der Milch 0,47 Th., in der des Eigelbs 1,85 Th., in der des Eiereiweisses 2,09 Th., in der der Galle 0.23 und in der des Fäces 209 Th. Von dem Gehalte des schwarzen Pigments an Eisen ist bereits oben unter „Melanin" die Rede gewesen. In der Asche von Gallenconcrementen, besonders solchen, die hauptsächlich aus Pigment bestehen, hat man zuweilen sehr grosse Mengen Eisen gefunden. Mit der Färbung der Haare scheint deren geringer Eisengehalt nach *Laër* [1]) in keinem Verhältnisse zu stehen.

Ueber die speciellen Dienste, welche das Eisen in der thierischen Oekonomie leistet, sind wir leider noch völlig im Dunkeln. Rücksichtlich des Eisengehalts des Blutes haben wir bereits oben S. 315 gesehen, dass dieses Metall für die Function der Blutkörperchen gewiss eine Bedeutung habe; welche dies aber sei, blieb uns trotz mannichfacher Hypothesen unklar. Da das Eisen aber jedenfalls eine besondre Wichtigkeit für den Thierkörper hat, so kann uns sein Vorkommen in der Milch und besonders im Ei durchaus nicht Wunder nehmen. Treffen wir in der Galle auf Eisen, so wird man dies um so erklärlicher finden, je mehr man der Ansicht zugethan ist, dass die Galle grösstentheils aus der Zerstörung der Blutkörperchen hervorgeht.

Die flüssigen wie die festen Nahrungsmittel enthalten soviel Eisen, dass immer noch ein Theil desselben mit den festen Excrementen abgeht. Die Natur hat dafür gesorgt, dass dem thierischen Organismus mit jeder Art von Nahrungsmitteln die nöthige Menge dieses bedeutsamen Metalls zugeführt wird.

Dritte Classe von Mineralkörpern.

Schwefelsaure Alkalien.

Schwefelsaure Salze kommen in den meisten thierischen Flüssigkeiten ausser im Harn nur in sehr geringen Mengen vor, ja sie fehlen in vielen derselben gänzlich, z. B. in der Milch, der Galle und dem Magensafte. Auch im Blute sind sie in verhältnissmässig geringen Mengen enthalten. Es lässt sich schon hieraus schliessen, dass jene

[1]) *Laër*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45, S. 227.

Salze der thierischen Oekonomie von keinem wesentlichen Nutzen sind; was noch dadurch bestätigt wird, dass sie, dem Thierkörper kaum zugeführt, möglichst schnell wieder aus demselben mit festen oder flüssigen Excrementen entfernt werden. Dagegen ist es auffallend, dass *Bibra*[1]) in den Knochen der Reptilien und Fische nicht geringe Mengen schwefelsauren Natrons gefunden hat.

Berzelius[2]) und *Fz. Simon*[3]) fanden in der Milch keine Sulphate, ebenso vermissten *Braconnot*[4]) und *Berzelius*[5]) dieselben im Magensafte und in der Rinds- wie in der Menschengalle.

Behandelt man den trocknen Rückstand vom Blutserum, Milch, Speichel, Galle u. s. w. mit Spiritus, bis derselbe auch im Kochen nichts mehr aufnimmt, zieht den unlöslichen Rückstand mit Wasser aus, fällt die wässrige Lösung mit etwas Gerbsäure, dampft die filtrirte Flüssigkeit ein, zieht wieder mit Spiritus aus und löst den Rückstand in Wasser, so wird die wässrige Lösung nur selten Spuren von Sulphaten anzeigen. Dass in der Asche jener thierischen Säfte schwefelsaures Natron häufig genug und oft in ansehnlicher Menge gefunden wird und gefunden werden muss, ist klar nach dem, was wir oben über die Veränderungen bemerkt haben, welche die Mineralbestandtheile thierischer Stoffe beim Einäschern erleiden. Als auffallendstes Beispiel hierzu kann die Galle dienen, deren Asche so reich an Sulphaten ist, während in der frischen Flüssigkeit kaum eine Spur zu entdecken ist.

Die häufige Anwendung schwefelsaurer Alkalien in der Medicin möchte fast vermuthen lassen, dass auch die mit den gewöhnlichen Nahrungsmitteln dem Thierkörper zugeführten Alkalisulphate nicht ganz ohne Nutzen für die physiologischen Functionen des thierischen Organismus und insbesondere für die der Verdauung seien. Erwägen wir einerseits das Verhalten der Alkalisulphate bei der Verdauung und andrerseits das Vorkommen schwefelreicher organischer Substanzen im thierischen Organismus, so gewinnt jene Ansicht einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Die ärztlichen Erfahrungen ebensowohl als directe physiologisch-chemische Versuche haben deutlich dargethan, dass geringere Quantitäten schwefelsaurer Alkalien während der Verdauung im Darmkanal in Sulphurete umgewandelt werden. Man könnte wohl hieraus schliessen, dass diese Salze benutzt würden zur Erzeugung schwefelreicher thierischer Substanzen wie der Taurocholsäure, der Hornmaterie u. dergl.; allein da mit den vegetabilischen Nahrungs-

---

1) *Bibra*, Knochen u. Zähne u. s. w. S. 226 u. 242.
2) *Berzelius*, Lehrb. d. Chemie. Bd. 9, S. 695.
3) *Fz. Simon*, Frauenmilch. S. 43.
4) *Braconnot*, a. o. a. O.
5) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 16, S. 379.

mitteln dem Thierkörper bereits so schwefelhaltige Substanzen, wie Legumin, Pflanzeneiweiss u. s. w. zugeführt werden, so könnten jene dem Thierkörper eigenthümlichen schwefelreichen Substanzen dieses Element wohl auch aus dem nicht oxydirten Schwefel der Nahrungsmittel entlehnen. Da entscheidende Versuche für die eine oder die andre Ansicht noch nicht vorliegen, so müssen wir für jetzt diese Frage dahingestellt sein lassen.

Laveran's und *Millon's* Versuche [1]) haben dargethan, dass schwefelsaure Alkalien nur, wenn sie in grössern Mengen genommen worden sind, in den Stuhlgang übergehen, dagegen in geringern Mengen im Darmkanal resorbirt und von den Nieren ausgeschieden werden. Man würde aber gewiss irren, wenn man glaubte, dass, wie es *Laveran* und *Millon* anzunehmen scheinen, im Darmkanal eine einfache Absorption jener Salze statt hätte. Es ist bekannt, dass nach dem Genusse schwefelsaurer Alkalien sich mehr Darmgase entwickeln und diese besonders reich an Schwefelwasserstoff sind.

Diese Umwandlung der Sulphate in Sulphurete bei der Verdauung im Darme wird aber noch durch folgende Thatsachen erwiesen. Brachte ich reines Glutin mit Milchzucker und etwas Oel in eine verdünnte Lösung von schwefelsaurem Kali und setzte die Mischung der Blutwärme aus, so ging die Masse erst in Milchgährung, sehr bald in Fäulniss über und nach 6 bis 8 Tagen war bereits deutliche Entwicklung von Schwefelwasserstoff wahrzunehmen; es gelang mir auf diese Weise eine Mischung, der ich 5 grm. schwefelsaures Kali zugesetzt hatte, durch allmäligen Zusatz von Essigsäure ganz schwefelsäurefrei zu machen. Dass nun im Darmkanal, wo ähnliche Stoffe concurriren, das Sulphat ebenfalls zu Sulphuret desoxydirt werde, geht aus der Zusammensetzung jener Stuhlgänge hervor, welche nach dem Gebrauche jener Mineralwässer entleert werden, die (z. B. das Marienbader) neben kohlensaurem Eisenoxydul schwefelsaures Natron enthalten.

In diesen meist grün oder schwarz gefärbten Fäces habe ich einfach Schwefeleisen (nicht wie *Kersten* [2] Zweifachschwefeleisen), mit Bestimmtheit nachgewiesen.

Dass der Schwefelsäuregehalt des Harns in der Zersetzung und Oxydation der schwefelhaltigen Gewebe und histogenetischen Stoffe hauptsächlich seinen Ursprung habe, geht aus dem Vergleich der mit den Nahrungsmitteln aufgenommenen und durch den Harn entleerten Sulphate deutlich hervor.

Im Mittel zahlreicher Versuche [3]) fand ich, dass von mir bei gewöhnlicher, gemischter Nahrung täglich ungefähr 7,026 grm. Sulphate durch die Nieren entleert wurden. Bei einer 12 Tage fortgesetzten animalischen Kost excernirte ich dagegen täglich im Durchschnitt 10,399 grm.; nach dem Genusse rein vege-

[1]) *Laveran* und *Millon*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 12, p. 135.
[2]) *Kersten*, Journ. f. Chirurgie von Walther und Ammon Bd. 2, S. 2.
[3]) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25, S. 1 u. Bd. 27, S. 257.

tabilischer Nahrungsmittel endlich täglich durchschnittlich nur 5,846 grm. Bei diesen Versuchen hatte ich nur zur Stillung des Durstes ein gewöhnliches Brunnenwasser getrunken, welches ausser etwas Gyps nur geringe Mengen schwefelsaurer Alkalien enthielt, so dass also von daher der auffallende Unterschied in den Mengen der excernirten Sulphate nicht geleitet werden konnte. Auch deutete gerade die ungewöhnliche Vermehrung des Harnstoffs in dem bei animalischer Kost gelassenen Harn darauf hin, dass die jener entsprechende Vermehrung der Sulphate in einer gleichen Ursache d. h. in einer Zersetzung und Oxydation der genossenen Stoffe ihren Grund habe.

Kohlensaure Talkerde.

Dieses Erdsalz findet sich im thierischen Organismus nur spärlich. Nach *Berzelius* [1]) ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Talkerde in den Knochen nicht an Phosphorsäure, sondern an Kohlensäure gebunden vorkomme, und dass sich die in den Knochen gefundene phosphorsaure Talkerde erst bei der Analyse gebildet habe. Unterstützt wird diese Ansicht dadurch, dass in vielen pathologischen Concrementen neben kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk kohlensaure Talkerde gefunden wird. Indessen müsste wohl, wenn die Talkerde in den Knochen mit Kohlensäure verbunden wäre, erstre sich mit dem an Kohlensäure gebundenen Kalk durch verdünnte Essigsäure ausziehen lassen, was weder mir noch *von Bibra* gelang.

Von Bibra [2]) führt auch gegen die Ansicht von Berzelius an, dass in den Zähnen weit mehr Talkerde gefunden wird, als die darin gefundene Kohlensäure sättigen kann.

Geiger [3]) theilt die Analyse eines durch die Nase entleerten Concrements mit, welches unter 76,7% Mineralstoffen 8,3 kohlensaure Talkerde enthielt, *Bley* [4]) will in steinigen Concrementen aus dem Peritonäo eines Menschen 27,66% kohlensaure Talkerde gefunden haben.

Sehr viel kohlensaure Talkerde findet sich im Harne pflanzenfressender Thiere; daher man sie sehr oft in den Harnsteinen derselben antrifft; selten nur hat man sie in menschlichen Harnconcrementen gefunden.

Der Harn vom Rind, Kameel, Pferde, Nashorn, Elephanten, Biber und Kaninchen setzt mit kohlensaurem Kalk auch kohlensaure Talkerde ab. Der

---

[1]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 545.
[2]) *Von Bibra*, Knochen und Zähne S. 94 u. 287.
[3]) *Geiger*, Mag. f. Pharm. Bd. 21, S. 247.
[4]) *Bley*, Arch. der Pharm. Bd. 20, S. 212.

schleimige Bodensatz eines diabetischen Pferdeharns enthielt nach *John* [1]) 10% kohlensaure Magnesia.

Im Harnsteine eines Ochsen fand *Lassaigne* [2]) neben kohlensaurem Kalk 4,8%, in dem eines Pferdes *Wurzer* [3]) 4,06%, *Wackenroder* [4]) 3,522% kohlensaure Talkerde. Der von *Lindbergson* [5]) untersuchte Harnstein eines Menschen enthielt neben phosphorsaurer Kalk- und Talkerde 2,55% kohlensaure Magnesia, während sich nur 3,14% kohlensaurer Kalk darin fanden. *Bley* [6]) untersuchte zwei menschliche Harnsteine, von denen der eine 5,7%, der andre 6,5% kohlensaure Talkerde enthielt.

Auffallend ist es, dass wir im Harn der Herbivoren so häufig kohlensaure Talkerde finden, während in den Pflanzen und besonders in den Gräsern die Magnesia fast nur an Phosphorsäure gebunden vorkommt. Es ist nicht wohl zu denken, dass die phosphorsaure Talkerde im Thierkörper durch eine Desoxydation der Phosphorsäure ihres electrovegativen Bestandtheils beraubt und dafür mit der schwächern Kohlensäure versehen werde, sondern wahrscheinlicher ist es, dass der aus den Vegetabilien in den Thierkörper gebrachte pflanzensaure Kalk, entweder im Blute oder an andern Orten sich mit der phosphorsauren Magnesia so zersetzt, dass Knochenerde entsteht, die pflanzensaure Talkerde aber in kohlensaure verwandelt wird. Die Armuth des Harns pflanzenfressender Thiere an Phosphaten scheint diese Ansicht zu bestätigen.

Auch in der Eierschale der Vögel findet sich neben kohlensaurem Kalk kohlensaure Magnesia, die beim Bebrüten des Eis mit ersterem zum Theil vom Embryo aufgenommen wird (*Prout* [7] und *Lassaigne* [8]).

Mangan.

Dieses Metall, der beständige Begleiter des Eisens, findet sich auch im thierischen Organismus neben dem Eisen in entsprechend geringen Mengen; indessen scheint es nicht gleich diesem für den thierischen Stoffwechsel selbst von Einfluss zu sein, da es sich in den Excreten

---

[1]) *John*, Chem. Schriften. Bd. 6, S. 162.
[2]) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. 2 Sér. T. IV, p. 49.
[3]) *Wurzer*, Schweig. Journ. Bd. 8, S. 65.
[4]) *Wackenroder*, Ann. der Pharm. Bd. 18, S. 159.
[5]) *Lindbergson*, Schweig. Journ. Bd. 32, S. 429.
[6]) *Bley*, Buchner's Repert. 2. R. Bd. 2, S. 165.
[7]) *Prout*, Schweig. Journ. Bd. 38, S. 60.
[8]) *Lassaigne*, Journ. de Chim. méd. T. 10, p. 193.

in verhältnissmässig grösserer Menge findet, als in irgend einer noch zu den Lebensfunctionen verwendeten thierischen Flüssigkeit; gleich andern zufällig in den Organismus gelangten schweren Metallen wird es hauptsächlich durch die Leber ausgeschieden; daher es in verhältnissmässig grösster Menge in der Galle gefunden worden ist.

Vauquelin [1]) fand Mangan in den Haaren, *Bley* [2]), *Wurzer* [3]) und *Bucholz* [4]) in Gallenconcrementen und Harnsteinen. *Weidenbusch* fand in der nach *Rose* untersuchten Asche der Galle neben 0,23% Eisenoxyd 0,12% Manganoxyd-oxydul.

Thonerde.

Dieser Körper kommt im thierischen Organismus nirgends vor; man hat ihn gefunden nur in einigen fossilen Knochen, in die er unstreitig durch Infiltration gelangt ist. Das Fehlen der Thonerde im thierischen Organismus ist leicht erklärlich; die in den Darmkanal gebrachte Alaunerde vereinigt sich mit organischen Substanzen und insbesondre mit den Bestandtheilen der Galle zu unlöslichen Verbindungen, die nicht resorbirt werden.

Nach dem Genusse von 3 Gramm basisch schwefelsaurer Alaunerde, die ich innerhalb 48 St. zu mir nahm, konnte ich in dem ganzen gesammelten Harne keine Spur Alaunerde finden, wohl aber in der Asche der festen Excremente. In den ersten Tagen nach dem Genusse jener Substanz waren die festen Excremente fast geruchlos.

Arsen.

Devergie [5]) und besonders *Orfila* [6]) glaubten das Arsen in allen thierischen Knochen gefunden zu haben und demnach dasselbe als integrirenden Bestandtheil des thierischen Organismus ansehen zu dürfen. Später hat es sich aber herausgestellt, dass die Untersuchungsmethode oder andre Fehler zu dieser irrthümlichen Ansicht Veranlassung gegeben hatten.

1) *Vauquelin*, Ann. de Chim. T. 58, p. 41.
2) *Bley*, a. o. a. O.
3) *Wurzer*, a. o. a. O.
4) *Bucholz*, a. o. a. O.
5) *Devergie*, Ann. d'Hygieine publ. 1839, Octbr. p. 482.
6) *Orfila*, ibid. 1840, Iuill. p. 163.

Die Gegenwart des Arsens namentlich in den Knochen, die positive Versuche zu beweisen schienen, fand man früher sehr wohl erklärlich, da man in der Natur den Phosphor so häufig in Begleitung von Arsen angetroffen hatte; um wieviel mehr würde man die Gegenwart des Arsens in thierischen Organismen als erwiesen angesehen haben, wenn man damals schon die Entdeckung von *Walchner* und *Schafhäutl* gekannt hätte, wornach die Sedimente aus den meisten eisenhaltigen Mineralwässern arsenhaltig sind.

So giftig das Arsen selbst in den kleinsten Gaben auf den thierischen Organismus wirkt, so sehen wir doch aus Versuchen an Thieren, dass die Natur beflissen ist, diesen deleteren Stoff so schnell als möglich aus dem Thierkörper wieder zu entfernen.

Meurer [1]) hat Versuche an Pferden, die bekanntlich sehr viel Arsen vertragen, und *von Bibra* [2]) an Kaninchen angestellt, aus denen hervorgeht, dass die grösste Menge Arsen mit den festen Excrementen wieder abgeht; im Harn fanden beide Beobachter ebenfalls Arsen in nicht geringer Menge; unter den festern Theilen des Thierkörpers liess das Arsen sich besonders in den Excretionsorganen, der Leber und den Nieren nachweisen; ausserdem wurde es aber auch in Herz, Lungen, dem Gehirn und Muskeln gefunden; *Duflos* und *Hirsch* [3]) haben einzelne dieser Resultate bestätigt.

Schnedermann und *Knop* [4]) fanden selbst in den Knochen eines Schweines kein Arsen, welches ¾ Jahr lang in der Nähe der Silberhütte zu Andreasberg gelebt hatte, wo wegen der stets entwickelten Arsendämpfe Kühe und Federvieh nicht gedeihen.

Kupfer und Blei.

Beide Metalle sind von *Devergie* [5]), *Lefortier* [6]), *Orfila* [7]), *Dechamps* [8]) und *Millon* [9]) im gesunden Körper in höchst geringen Mengen gefunden und als integrirende Bestandtheile aller Weichtheile so wie des Blutes angesehen worden, allein erst in neuerer Zeit sind zuverlässigere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt worden, die wenigstens die Gegenwart des Kupfers im Blute einiger niedern Thiere und in der Galle des Rindes und Menschen ausser Zweifel zu setzen scheinen.

---

[1]) *Meurer*, Arch. d. Pharm. Bd. 26, S. 15.
[2]) *Von Bibra*, Knochen und Zähne S. 112.
[3]) *Duflos* und *Hirsch*, das Arsenik, seine Erkennung u. s. w. 1842.
[4]) *Schnedermann* und *Knop*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 36, S. 471.
[5]) *Devergie*, Ann. d'Hygieine publ. 1840, Juill. p. 180.
[6]) *Lefortier*, ibid. p. 97.
[7]) *Orfila*, Mémoir. de l'Acàd. de Médèc. T. 8, p. 522.
[8]) *Dechamps*, Compt. rend. Octbr. 1848.
[9]) *Millon*, Journ. de Ch. et de Ph. 3 Sér. T. 13, p. 86—88.

Im Blute glaubte es *Millon* [1]) gefunden zu haben, allein *Melsens* [2]) hat diese Behauptung mit Gründen und durch directe Versuche widerlegt; da jedoch in der Galle des Menschen so wie in der des Rindes zuweilen ein Kupfergehalt mit Bestimmtheit nachzuweisen ist, so muss wohl das Blut, wenn auch kaum nachweisbare Spuren von Kupfer enthalten. Uebrigens hat *E. Harless* [3]) im Blute einiger niedern Thiere, namentlich der Cephalopoden, Ascidien und Mollusken einen Kupfergehalt gefunden und besonders auch in der Leber dieser Thiere das Kupfer nachgewiesen. Auch in der Leber von Helix pomatia findet sich nach *Harless* Kupfer; *von Bibra* fand in der Leber von Cancer pagyurus, Acanthias, Zeus u. dergl. das Kupfer meist im umgekehrten Verhältnisse zum Eisen. In der Galle so wie in Gallensteinen haben einen Kupfergehalt nachgewiesen, zuerst *Bertozzi* [4]), später *Heller* [5]), *Gorup-Besanez* [6]), *Bramson* [7]), *Orfila* [8]). Aus 250 Lebern von Fröschen habe ich ebensowenig als aus menschlichen Lebern Kupfer mit Sicherheit nachzuweisen vermocht. Ebenso habe ich auch im Blute nach *Millon's* Methode weder Kupfer noch Blei auffinden können.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass jene geringen Mengen von Kupfer, die man wirklich in den Flüssigkeiten der höheren Thiere gefunden hat, nur als zufällige Bestandtheile anzusehen sind, während der Kupfergehalt des Blutes bei den niedern Thieren nach den Untersuchungen von *Harless* mit dem Blutpigmente allerdings in einem wesentlichen Zusammenhange zu stehen scheint.

Allen bisherigen Untersuchungen nach ist die Leber dasjenige Organ, in welchem die deleteren Stoffe und namentlich die Metalle z. B. Arsen, Blei, Antimon, Wismuth u. dergl. angehäuft werden, um von dort aus allmälig wieder mit der Galle ausgeschieden zu werden. Wir können uns daher, auch wenn wir selbst das Kupfer constant im Blute oder der Galle gefunden hätten, nicht davon überreden, dass dieses Metall einen integrirenden Bestandtheil jener Säfte ausmache.

Da das Kupfer nicht nur in vielen Mineralwässern (z. B. von *Will* [9]), *Buchner* [10]), *Keller* [11]), *Fischer* [12]), sondern oft auch in Pflanzen

---

[1]) *Millon*, Journ. de Ch. et de Ph. 3 Sér. T. 13, p. 86—88.
[2]) *Melsens*, Ann. de Ch. et de Ph. 3 Sér. T. 23, p. 358—372.
[3]) *E. Harless*, Müller's Arch. 1847, S. 148—157.
[4]) *Bertozzi*, Ann. di Chirur. Milan. 1845 p. 32.
[5]) *Heller*, Heller's Arch. Bd. 3, S. 228.
[6]) *Gorup-Besanez*, Unters. über Galle. Erlangen 1848 S. 95.
[7]) *Bramson*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4, S. 193.
[8]) *Orfila*, Journ. de Chim. méd. 3 Sér. T. 3, p. 434.
[9]) *Will*, Ann. d. Ch. u. Pharm. T. 55, p. 16.
[10]) *Buchner*, Jahrb. f. pr. Pharm. Bd. 15, S. 20—25.
[11]) *Keller*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 40, S. 442—447.
[12]) *Fischer*, Arch. d. Pharm. Bd. 52, S. 268.

und selbst im Getreide (*Girardin* [1]) gefunden worden ist, so ist der Ursprung der geringen Mengen Kupfer in den Organismen der höhern Thiere wohl erklärt.

Ammoniaksalze.

Diese Salze sind zwar von vielen Gelehrten in verschiedenen Theilen des thierischen Körpers gefunden worden, allein wenn wir auch ihr Vorkommen in den excernirten Flüssigkeiten nicht völlig in Abrede stellen wollen, so ist es dennoch als fast unzweifelhaft anzusehen, dass im thierischen Organismus selbst kein Ammoniaksalz erzeugt und in den belebten Theilen gefunden werde.

Im Schweisse, namentlich in dem der Achselhöhlen, ist das Vorkommen des Ammoniaks unbestritten. In dem Urin nimmt man es sicher in grössrer Menge an, als es wirklich darin enthalten ist. In den festen Excrementen, welche eigentlich schon in Zersetzung begriffene Körper sind, und die sehr bald an der Luft Ammoniak entwickeln, nimmt auch *Berzelius* [2]) kein kohlensaures Ammoniak an. So wichtig das Vorkommen von Ammoniak in den Pflanzensäften zur Herstellung stickstoffhaltiger Verbindungen ist, so wenig scheint der thierische Organismus desselben zu bedürfen. Ja der Zersetzungprocess, welcher beim Unbrauchbarwerden der einzelnen Bestandtheile der Organe in den stickstoffhaltigen Materien derselben vor sich geht, führt keineswegs Ammoniakbildung mit sich; wir würden dann gewiss weit mehr Ammoniaksalze in den Excreten finden. Die Stickstoffverbindung, welche sich im Körper selbst aus den stickstoffhaltigen Substanzen als Zersetzungsproduct erzeugt, ist hauptsächlich der Harnstoff.

Im Blute, im Chylus, in der Lymphe, in der Milch, in den Eiflüssigkeiten und in den Secretionen der serösen Häute hat man kein Ammoniak oder nur höchst geringe Mengen desselben gefunden. In der Lungenausdünstung sind dagegen immer geringe Mengen von Ammoniak mit grösster Sicherheit nachzuweisen.

Fast sämmtliche histogenetischen Stoffe entwickeln bei der Behandlung mit verdünnten Säuren oder Alkalien Ammoniak.

Man hat häufig geglaubt, Salmiak mittelst des Mikroskops nach dem Verdunsten des alkoholischen Extractes thierischer Flüssigkeiten zu finden, indem

[1]) *Girardin*, Journ. de Chim. méd. 3 Sér. T. 2, p. 443—445.

[2]) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9, S. 180.

man das efflorescirende Kochsalz dafür ansah; das letztere scheidet sich nämlich bei Gegenwart gewisser organischer Materien besonders bei schnellem Verdunsten z. B. aus dem Chylus in dendritischen Gruppen aus, die denen des Salmiaks ganz ähnlich sind.

In dem Blute fanden *Lecanu* und *Denis*, in der Lymphe *Marchand* und *Colberg*, in der Milch *Schwartz* und *Simon* keine Ammoniaksalze.

Im Harne selbst ist die Menge des Ammoniaks höchst gering, wie aus folgenden Versuchen hervorgeht. Ich liess aus Morgenharn die grösste Menge Wasser gefrieren und erhielt so einen ganz concentrirten, fast weinrothen Harn, von dem angenommen werden konnte, dass er die Bestandtheile ganz unzersetzt enthielt; mit Aetzkali vorsichtig versetzt gab derselbe einen Niederschlag, der, selbst wenn er längere Zeit mit dem Harn in Berührung gelassen worden war, keine Harnsäure enthielt: denn wären im Urin Ammoniaksalze enthalten gewesen, so würde harnsaures Ammoniak präcipitirt worden sein; letztres geschah erst auf Zusatz von Salmiak. Auch *Scherer* und *Liebig* [1]) haben sich von der Abwesenheit des Ammoniaks in normalem Harne überzeugt. *Heintz* fand in dem gewöhnlichen Harnsedimente neben harnsaurem Natron etwas harnsauren Kalk und nur Spuren von harnsaurem Ammoniak.

In der Lungenexhalation hat zuerst *Marchand* [2]) die Gegenwart desselben mit Bestimmtheit dargethan; durch das von *Erdmann* [3]) entdeckte farblose Hämatoxylins lässt sich in der mit einem einzigen Athemzuge exhalirten Luft das Ammoniak nachweisen; übrigens findet man bei Respirationsversuchen, wenn man sich Schwefelsäure zur Entfernung oder Bestimmung des Wassers bedient, stets Ammoniak in derselben.

In krankhaften Zuständen finden sich oft im Blute sowohl als im Harn sehr erhebliche Mengen Ammoniak. *Winter* [4]) glaubte durch die Gegenwart von Ammoniak im Blute den Typhus erklärt zu haben; allein ein Ammoniakgehalt des Blutes kann in allen schwereren Fällen acuter Krankheiten, namentlich Variola und Scarlatina, nachgewiesen werden; im Typhus ist der Ammoniakgehalt des Bluts ebensowenig constant als die Tripelphosphatkrystalle in den Excrementen. Dass in gleichen Zuständen der Harn ammoniakhaltig wird, ist wohl nicht nöthig erst zu erwähnen; ammoniakreich ist aber der Harn, wenn er sich schon in der Blase zersetzt, wie bei inveterirtem Blasenkatarrh oder Rückenmarksleiden.

Blausäure.

Diese Säure findet sich niemals im thierischen Organismus präformirt vor; selbst bei den mannigfaltigsten Umwandlungen und Zersetzungen, die im thierischen Organismus in krankhaften Zuständen vor sich gehen, ist weder die freie Säure noch ein Cyanmetall vorgefunden worden. Erklärlich ist diese Er-

[1]) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50, S. 198.
[2]) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 33, S. 148 u. Bd. 44, S. 35.
[3]) *Erdmann*, ebendas. Bd. 27, S. 193—208.
[4]) *Winter*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 48. S. 329.

fahrung wohl auch dadurch, dass die Blausäure, Cyan oder Cyanmetalle sich aus stickstoffhaltigen Substanzen fast nur bei höhern Temperaturgraden erzeugen. Trotz dem ist man nicht abgeneigt gewesen, theils in histogenetischen Stoffen Blausäure als präformirt, als gepaart oder gebunden anzunehmen, theils ihre Bildung zur Erklärung mancher vitalchemischer Processe zu benutzen, kurz sie unter den Gleichungen, die man zur Deutung des thierischen Stoffwechsels fingirte, eine Rolle mit spielen zu lassen. Wir thaten ihrer hier nur Erwähnung, insofern sie zu den Körpern, wie Essigsäure, Baldriansäure, Oenanthsäure u. s. w. gehört, welche bei den künstlichen Zersetzungen thierischer Substanzen mit auftreten; wir erinnern an die Zersetzung der Hippursäure durch blosses Erhitzen, an die Zersetzung histogenetischer Substanzen durch saures chromsaures Kali oder Braunstein und Schwefelsäure.

Schwefelblausäure.

Diese Säure, von *Berzelius Rhodanwasserstoffsäure* genannt, kommt nicht frei, sondern nur als Schwefelcyannatrium vor. Sie wurde von *Treviranus* im Speichel entdeckt und ist zur Zeit in keiner andern thierischen Flüssigkeit gefunden worden.

Treviranus nannte sie Blutsäure, da er fand, dass sie mit Eisenoxydsalzen blutrothe Lösungen gab; er leitete daher die Farbe des Blutes von Schwefelcyaneisen ab.

Sehr lange Zeit hat man sich darüber gestritten, ob jener Stoff des Speichels, der mit Eisenoxydsalzen jene rothe Färbung erzeugt, wirklich Schwefelcyan sei. Fast über keinen Gegenstand der Zoochemie sind so viele Versuche angestellt worden, durch die die Experimentatoren die Gegenwart jenes Stoffs bald als erwiesen, bald widerlegt betrachteten. Wir glauben indessen, dass, wer die Versuche von *Pettenkofer* [1]) wiederholt hat, nicht mehr an der Anwesenheit des Schwefelcyans im Speichel zweifeln kann. *Pettenkofer* macht insbesondre auf zwei von ihm gefundene Prüfungsmittel der Schwefelblausäure aufmerksam: Lösungen von essigsaurem und ameisensaurem Eisenoxyd werden durch Kochen mit Chloralkalien vollständig entfärbt, Schwefelcyaneisen nicht; ferner ist es bekannt, dass Eisenoxydsalze das Kaliumeisencyanid nicht zersetzen; erhitzt man aber eine Auflösung von Schwefelcyaneisen, so wird unter Entwicklung von Blausäure alsbald Berlinerblau gefällt. *Pettenkofer* wandte diese Mittel auf das alkoholische Extract des Speichels an, und erwies somit den Schwefelcyangehalt desselben; von Andern ist früher auch die bekannte Reaction auf Schwefelcyanmetalle, nämlich ein Gemisch zweier Lösungen von schwefelsaurem Eisenoxydul und schwefelsaurem Kupferoxyd (wodurch Kupfersulphocyanür gefällt wird) zum Beweis der Gegenwart dieses Stoffs im Speichel benutzt worden. Das alkoholische Extract des Speichels ist frei von Schwefelsäure (da die Sulphate in Alkohol unlöslich sind); daher glaubte *Pettenkofer* den

[1]) *Pettenkofer*, Buchn. Repert. 2 R. Bd. 41, S. 289—313.

Schwefelcyangehalt des Speichels quantitativ bestimmen zu können, indem er das alkoholische Extract durch chlorsaures Kali und Salzsäure oxydirte und die gebildete Schwefelsäure durch Chlorbaryum fällte u. s. w.

Im menschlichen Speichel kommt das Schwefelcyan ziemlich constant vor, indessen fehlt es auch zuweilen, ohne dass man für dessen Abwesenheit in physiologischen oder pathologischen Verhältnissen einen Grund finden könnte. In Speichel, der durch irgendwelche Salivation erhalten worden ist, fehlt das Schwefelcyan; so habe ich es z. B. nie bei Mercurialptyalismus noch bei reichlichen Speichelabsonderungen, durch Jod oder durch Krankheiten z. B. Typhus veranlasst, auffinden können. Das Schwefelcyan findet sich übrigens auch im Speichel der Hunde und Schafe; in dem der Pferde, wo es *Wright* gefunden haben will, gelang es mir nicht, trotz dem, dass ich den Speichel von vier verschiedenen Individuen untersuchte, die Schwefelblausäure nachzuweisen.

Dass das Schwefelcyanalkali im Speichel eine bestimmte Function etwa bei der Verdauung verrichte, ist nicht recht glaublich, theils da es nur in so äusserst geringen Mengen darin vorkommt, theils weil es oft fehlt, ohne dass man davon irgend eine nachtheilige Folge beobachtet.

Ich habe mehrere vollkommen gesunde, kräftige, junge Männer beobachtet, deren Speichel kein Schwefelcyan enthielt und die sich der besten Verdauung erfreuten.

Sehr leicht würde es sein, die Entstehung des Schwefelcyans aus den bekannten histogenetischen Stoffen durch chemische Formeln zu veranschaulichen; allein leider liegt uns noch keine Thatsache vor, die uns zur Aufstellung der einen oder andern chemischen Gleichung irgend eine Berechtigung gäbe; bekennen wir daher auch hier lieber offen, dass wir über den Ort der Entstehung und die Bildungsweise des Schwefelcyans im thierischen Organismus noch gar nichts wissen.

Ende des ersten Theils.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Lehrbuch

der

physiologischen Chemie.

Zweiter Band.

Lehrbuch

der

physiologischen Chemie.

Von

Prof. Dr. C. G. Lehmann.

Zweiter Band.

Leipzig,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1850.

Vorwort.

Aller Bemühungen ungeachtet, das vorliegende Material, wenn auch möglichst gesichtet, in diesem zweiten Bande zusammenzufassen, sind wir doch gezwungen gewesen, diesen zweiten Band lediglich den thierischen Säften zu widmen, und die Lehre von der chemischen Constitution der thierischen Gewebe und Organe so wie die von den zoochemischen Processen in einem dritten Bande zusammenzustellen. Der Darlegung unsrer jetzigen Kenntnisse von der chemischen Beschaffenheit und Zusammensetzung der thierischen Gewebe werden sich die neuern Untersuchungen über die parenchymatösen Flüssigkeiten verschiedener Organe anschliessen. *Liebig's* glänzendes Beispiel, welches er durch Untersuchung der Fleischflüssigkeit gegeben, hat bereits mehrern Forschern und Forschungen vorgeleuchtet. Die Lehren von dem Verhältnisse der Lebensthätigkeiten zum Chemismus, von der Verdauung und Respiration,

von dem mechanischen und chemischen Stoffwechsel, der Ernährung u. s. w. so wie endlich die Betrachtung der pathologisch-chemischen Processe werden, insoweit sie unsrer Kenntniss zugänglich waren, den noch im Laufe dieses Jahres erscheinenden Schluss vorliegenden Werks bilden.

Leipzig, im Juli 1850.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung zu den thierischen Säften 1

Herstellungsweise derselben im Allgemeinen 1

Allgemeines über deren Analyse 2

Chemische Controle der Analyse 3

Physikalische Controle derselben 4

Behandlungsweise der pathologischen Säftelehre 7

Mengenverhältnisse der Säfte in Bezug auf den mechanischen Stoffwechsel 8

Ursprung, Function und Untergang thierischer Säfte 9

Speichel 11

Eigenschaften 11

Herstellungsweise 13

Parotidenspeichel 14

Submaxillardrüsensecret 17

Secret der Mundhöhlenschleimhaut 18

Gemischter Speichel 19

Analytisches Verfahren 21

Abnorme Bestandtheile des Speichels 23

Mengenverhältnisse des abgesonderten Speichels 27

Physiologischer Werth des Speichels 29

Magensaft 39

Eigenschaften und Herstellungsweise 39

Bestandtheile 41

Künstlicher Magensaft 44

Seite

Abnorme Bestandtheile des Magensaftes ... 47
Quantitätsverhältnisse ... 49
Physiologische Function ... 50
Peptone ... 51

Galle ... 56
Herstellungsweise ... 57
Bestandtheile ... 58
Quantitative Zusammensetzung ... 61
Abnorme Bestandtheile ... 63
Krankhafte Galle überhaupt ... 65
Analytisches Verfahren ... 67
Gallenconcremente ... 69
Mengenverhältnisse der Gallenabsonderung ... 72
Bildung der Galle ... 73
Histologische und physiologische Gründe ... 75
Chemische Gründe ... 80
Zuckerbildung in der Leber ... 85
Vergleichung des Pfortadervenen- und Lebervenenblutes ... 86
Veränderungen der Galle im Darme ... 93
Function ... 94
Bedeutung für den Verdauungsprocess ... 95
Die Leber dient zur Verjüngung oder Bildung der Blutzellen ... 99

Pankreatischer Saft ... 105
Eigenschaften und Gewinnungsweise ... 106
Bestandtheile und Mengenverhältnisse ... 107
Physiologische Function ... 108

Darmsaft ... 111
Eigenschaften ... 112
Physiologische Function ... 113

Darminhalt und Excremente ... 114
Bestandtheile des Dünndarminhalts ... 114
— — — Dickdarminhalts ... 118
Gase des Darmkanals ... 120
Erbrochenes ... 125
Sarcina ... 128
Bestandtheile der festen Excremente ... 133
Mekonium ... 134

Seite

Grüne Stuhlgänge ... 140
Stuhlgänge in einzelnen Krankheiten ... 143
Darmconcremente ... 144

Blut ... 145
Eigenschaften ... 147
Morphotische Bestandtheile ... 149
Eigenschaften der Blutkörperchen ... 153
Senkungsvermögen ... 154
Färbung des Bluts ... 160
Gestaltveränderungen der Blutkörperchen ... 162
— — durch Flüssigkeiten ... 163
— — durch Gase ... 167
— — innerhalb des lebenden Körpers ... 168
Chemische Bestandtheile der Blutkörperchen ... 172
Gase des Bluts ... 180
Faserstoffschollen ... 182
Farblose Blutkörperchen ... 184
Intercellularflüssigkeit des Bluts ... 185
Gerinnung ... 186
Blutkuchen ... 189
Speckhaut ... 193
Blutserum ... 194
Leichenblut ... 195
Bestandtheile des Serums ... 197
Methoden der Blutanalyse ... 203
Quantitative Bestimmung der feuchten Blutzellen ... 209
Gehalt des Bluts an Blutzellen ... 217
Quantitative Zusammensetzung der Blutzellen ... 222
Faserstoffmengen in gesundem und krankem Blute ... 228
Zusammensetzung des Serums ... 229
Wassergehalt ... 229
Eiweissgehalt ... 234
Fettgehalt ... 237
Gehalt an Extractivstoffen ... 239
Salzgehalt ... 240
Gasgehalt ... 242
Zuckergehalt ... 242
Abnorme Bestandtheile ... 248

Seite

Constitution des Bluts in verschiedenen physiologischen und pathologischen Zuständen ... 244
in verschiednen physiologischen Verhältnissen ... 245
bei Thieren ... 245
in verschiednen Gefässen ... 248
in einzelnen Krankheiten ... 252
Mengen des Bluts im Körper ... 258
Bildungsstätte farbloser Blutzellen ... 260
Bildung farbiger Blutkörperchen ... 263
Function der Blutzellen ... 264
Untergang der Blutzellen ... 269

Chylus ... 271
Morphotische Bestandtheile ... 272
Chemische Bestandtheile ... 274
Analytisches Verfahren ... 276
Mengenverhältnisse ... 282
Bildung ... 284

Lymphe ... 290
Bestandtheile ... 291
Quantitätsverhältnisse ... 294
Entstehung ... 295

Transsudate ... 300
Bestandtheile ... 302
Fibringehalt ... 304
Albumingehalt und Transsudationsverhältnisse desselben ... 306
Uebrige Bestandtheile ... 313
Verhältnisse der Salze in den Transsudaten ... 319
Mengenverhältnisse, Entstehung und Zweck der Transsudate ... 324

Milch ... 325
Eigenschaften und Gewinnungsweise ... 325
Morphotische Bestandtheile ... 326
Chemische Bestandtheile ... 328
Milch verschiedner Thiere ... 334
Methoden der Milchanalyse ... 336
Quantitätsverhältnisse der Milchabsonderung ... 338
Bildung ... 339

Seite

Sperma ... 341
Morphotische Bestandtheile ... 341
Chemische Bestandtheile ... 342
Analytisches Verfahren ... 343

Eiflüssigkeiten ... 345
Dotterflüssigkeit ... 347
Morphotische Bestandtheile ... 347
Chemische Bestandtheile ... 349
Kein Vitellin, sondern Albumin und Caseïn ... 349
Uebrige Bestandtheile ... 351
Eiereiweiss ... 354
Analytisches Verfahren ... 356

Schleim ... 359
Morphotische Bestandtheile ... 361
Chemische Bestandtheile ... 364
Analytisches Verfahren ... 368
Mengenverhältnisse ... 369
Entstehung ... 370

Hautsecrete ... 371
Hautsalbe ... 372
Bestandtheile ... 373
Analytisches Verfahren ... 377
Ursprung ... 378
Schweiss ... 379
Bestandtheile ... 380
Quantitätsverhältnisse ... 383
Ursprung ... 386
Nutzen ... 386

Harn ... 387
Eigenschaften ... 389
Morphotische Bestandtheile ... 390
Normale chemische Bestandtheile ... 393
Saure Reaction ... 398
Sedimentbildung ... 401
Gährung und Sedimentbildung ... 403
Saure Harngährung ... 403
Alkalische Harngährung ... 405

Seite

Concrementbildung 406
Zufällige Bestandtheile 408
Abnorme Bestandtheile 417
Analytisches Verfahren 426
Diagnostische Harnuntersuchung 427
Werth der Bestimmung des Harns 430
Allgemeines über die Methoden der Bestimmung des specifischen Gewichts 433
Quantitative Analyse des Harns 436
Mengenverhältnisse ausgesonderten Harns 442
in verschiedenen physiologischen Zuständen 446
Harn der Thiere 450
Harn in Krankheiten 456

Thierische Säfte.

In der methodologischen Einleitung zur gesammten physiologischen Chemie haben wir bereits (Th. 1. S. 13—15) die Stellung angedeutet, welche die thierische Säftelehre als Mittelglied zwischen der Lehre von den organischen Substraten und der von den zoochemischen Processen einnimmt; wir haben dort auch die Gesichtspunkte näher bezeichnet, von denen aus eine gedeihliche Bearbeitung dieses Theils der physiologischen Chemie erzielt werden kann. Es bleibt uns daher nur übrig, der speciellen Betrachtung derselben einige Worte über die formelle Behandlungsweise der folgenden Capitel vorauszuschicken. Diese Behandlungsweise muss der der organischen Substrate, wie wir sie im ersten Theile durchzuführen versucht haben, im Allgemeinen entsprechen; denn auch hier werden wir zuerst immer die physikalischen und chemischen Charactere jedes Objectes zu erörtern haben. Bei weitem weniger wichtig scheint für den ersten Blick die Darstellungsweise zu sein, da diese Gegenstände gerade in dem Zustande der Untersuchung anheimfallen, in welchem sie uns die Natur unmittelbar bietet. Verlangt aber die Herstellung solcher Objecte auch keine chemischen Mittel, so fehlt es uns hier doch oft sehr an den mechanischen und physiologischen Mitteln, um uns das zur Untersuchung nöthige Material in reinem, d. h. unvermengtem und unzersetztem Zustande zu verschaffen. Von der Herstellungsweise des Objectes ist oft das Resultat der ganzen chemischen Operation abhängig; ja wir werden uns überzeugen, dass eine unpassende Gewinnungsmethode mehrmals der Grund war, wesshalb völlig irrthümliche Ansichten über die

Natur und Function einer thierischen Flüssigkeit sich Geltung verschaffen konnten. Nur wenn wir die Ueberzeugung haben, dass die thierische Flüssigkeit in demselben Zustande uns vorliegt, wie sie im lebenden Körper selbst vorkommt, dürfen wir von der chemischen Untersuchung ein physiologisches Resultat erwarten. Die Herstellung vieler thierischen Flüssigkeiten bedarf aber oft gewisser anatomisch-chirurgischer Operationen, mit denen jeder vertraut sein muss, der sich selbstständig mit solchen Forschungen beschäftigen will; wir glauben daher nichts überflüssiges zu thun, wenn wir auf die Gewinnungsweisen gewisser thierischer Säfte mit Rücksicht nehmen.

Hat man sich ein physiologisch lauteres Object verschafft, hat man die physikalischen Charactere desselben studirt und sich besonders durch das Mikroskop von der Anwesenheit oder Abwesenheit morphologischer Elemente unterrichtet: so nimmt die chemische Analyse und besonders die Methode derselben zunächst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Es versteht sich von selbst, dass je nach den besondern Zwecken der Untersuchung der Plan und die Methode der Analyse eine sehr verschiedene sein kann; im Allgemeinen wird aber dieselbe leicht verständlicher Weise immer von der Natur der Bestandtheile der Flüssigkeit abhängig sein; desshalb glaubten wir auch in dem Folgenden nichts unpassendes zu thun, wenn wir der jeder einzelnen Flüssigkeit eigenthümlichen analytischen Methoden Erwähnung thaten. Wir befinden uns aber auch hier noch ganz im Anfange der Forschung und können desshalb nur die Rudimente einer künftigen organisch-analytischen Chemie einflechten. Wir haben bereits im 1. Theile dieses Werks gesehen, dass die physiologische Chemie, als inductive Wissenschaft, vor allem exacter Grundlagen bedarf, die dem Calcul zugänglich gemacht werden müssen. Allein ist es nicht gerade die Klage aller Chemiker, dass eine grosse Anzahl Analysen thierischer Flüssigkeiten zu den unreinlichsten, lüderlichsten und gewissenlosesten Untersuchungen gehört, welche die Chemie aufzuweisen hat? Wie vielen Analysen dieser Art sieht man es nicht auf den ersten Blick an, dass sie nur auf den Scheiterhaufen gehören. Es dürfte daher wohl nicht ganz unnütz sein, hie und da auf die Eigenschaften hinzuweisen, welche die Analyse der einen oder andern thierischen Flüssigkeit haben muss, um im Schatze der Wissenschaft verwerthet werden zu können.

Da wir schon im ersten Theile rücksichtlich der einzelnen thierischen Substrate auf die qualitativen und quantitativen Bestimmungen

derselben hingewiesen haben, so bleibt uns hier rücksichtlich der zusammengesetzten Flüssigkeiten im Allgemeinen nur zu erwähnen übrig, dass für die *qualitative* Analyse thierischer Säfte die allgemeine Regel gilt, die möglich grössten Mengen der Untersuchung zu unterwerfen, ein Punkt, dessen Wichtigkeit den Zoochemikern auch erst durch *Liebig's* Untersuchungen über die Fleischflüssigkeit u. dergl. vor Augen geführt worden ist. Für *quantitative* zoochemische Analysen gilt aber gerade die umgekehrte Regel: immer nur die möglich geringsten Quantitäten der Untersuchung zu unterwerfen, vorzugsweise aber für die Analyse des Bluts. Fast bei den meisten der in der Literatur aufbewahrten Blutanalysen hat man für einzelne Bestimmungen bei weitem zu viel Material verwendet; die quantitativen Analysen des Bluts und ähnlicher Flüssigkeiten werden aber um so ungenauer, um so unreinlicher, je mehr man Masse verwendet. Diess liegt theils an der Schwierigkeit, mit welcher die thierischen Flüssigkeiten oft selbst in verdünntem Zustande durch das Filter gehen, theils an der leichten Zersetzbarkeit vieler Bestandtheile derselben, hauptsächlich aber an der Unmöglichkeit, grössre Mengen vollständig und gleichförmig auszutrocknen. Diese und mehrere andre Uebelstände lassen sich möglichst vermeiden, wenn man nur geringe Mengen der Objecte zur Analyse verwendet.

Trotz aller Sorgfalt, trotz der Berücksichtigung aller Cautelen ist der Chemiker bei der Analyse thierischer Substanzen noch Fährlichkeiten ausgesetzt, die der grössten Aufmerksamkeit entgehen; es ist daher hier mehr als bei der Analyse irgend andrer Substanzen eine strenge *controlirende Vergleichung* der verschiedenen Ergebnisse der Analyse, ja eine theilweise Wiederholung derselben nach einer anderen Methode dringend nothwendig. Gerade desshalb, weil wir dieselbe Menge einer thierischen Flüssigkeit immer nur zu wenigen Bestimmungen benutzen können, bieten sich um so mehr Hülfsmittel zur Controle dar, je mehr Bestimmungen unabhängig von einander gemacht werden. So sollte z. B. der Gehalt einer Flüssigkeit an coagulabler Materie immer dadurch controlirt werden, dass der feste Rückstand der Flüssigkeit mit Alkohol, Aether und Wasser extrahirt und dann die Menge des Unlöslichen mit der Zahl des durch Coagulation bestimmten Proteïnkörpers verglichen würde. Man sollte ferner die Aschenanalyse immer dadurch controliren, dass man die Mineralbestandtheile der einzelnen Extracte mit denen der Gesammtasche vergliche. Eine völlige Uebereinstimmung würde in diesen beiden Fäl-

len allerdings gerade die Unrichtigkeit der Analyse ausweisen; denn die coagulirte Substanz wird, wenn sie nicht ausdrücklich entfettet worden ist, noch Fett und zuweilen andre wohl in Alkohol aber nicht in Wasser lösliche Substanzen enthalten, welche dagegen in dem mit Alkohol nnd Aether extrahirten, in Wasser unlöslichen Theile des festen Rückstands der Flüssigkeit nicht vorkommen können, während in diesem stets mehr erdige Salze enthalten sein müssen, als z. B. in dem durch schwache Ansäurung vollständig coagulirten Eiweiss. Ebensowenig wird auch die Analyse der Gesammtasche mit der der einzelnen Extracte coïncidiren können, da z. B. schon der Schwefelgehalt der coagulabeln Materien nicht umwandelnd auf die löslichen Salze der Extracte einwirken kann, während die Gesammtasche theils durch die aus dem unoxydirten Schwefel der Proteïnkörper gebildete Schwefelsäure, theils durch die schwere Verbrennlichkeit der eiweissartigen Substanzen, theils durch andre Verhältnisse eine durchaus verschiedene Zusammensetzung erhalten muss. Allein erlangen wir auch auf solche Weise gerade für diese Verhältnisse keine scharfe Controle, so gewinnen wir doch dadurch eine richtigere Anschauung über die wahre Natur der in der Flüssigkeit gelösten Substanzen. Diess ist gewissermassen eine physiologische Controle; es dürfte aber überflüssig sein, hier noch besondere Controlemethoden anzuführen, da ja bei jeder Analyse einer thierischen Flüssigkeit sich fast für jede einzelne Bestimmung die schärfsten, rein chemischen Controlen mit Leichtigkeit ausführen lassen. Wir werden übrigens sehen, dass gerade durch solche controlirende oder controlirte Analysen oft unerwartete Aufschlüsse über den Werth der analytischen Methode eben so wohl als über die wahre Constitution des Untersuchungsobjectes erhalten werden.

Ein eigenthümliches Verfahren, die Richtigkeit der ganzen Analyse einer thierischen Flüssigkeit zu controliren, hat *C. Schmidt*[1]) scharfsinniger Weise in Anwendung gebracht; dasselbe beruht nämlich auf der Vergleichung des empirisch gefundenen specifischen Gewichts mit der Summe der specifischen Gewichte derjenigen der einzelnen Bestandtheile nach den Proportionen, wie sie die Analyse ergeben hat. Einer solchen controlirenden Berechnung der Dichtigkeit können natürlich nicht die specifischen Gewichte der trocknen Substanzen und des Wassers für sich zu Grunde gelegt werden; denn

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera, Mitau 1850. S. 22—28.

alle Stoffe erleiden bei ihrer Auflösung in Wasser mit diesem noch eine Verdichtung. Es ist ein für die ganze physiologische Anschauung der thierischen Flüssigkeiten und des mechanischen Stoffwechsels höchst bedeutungsvoller Satz, dass die gelösten Substanzen sich nicht (wie man sich das wohl meist gedacht hat) im blossen Zustande mechanischer Vertheilung und Mengung befinden, sondern dass sie, in verschiedenen Mengen Wasser gelöst, mit diesem verschiedene hydratähnliche Verbindungen eingehen und dem entsprechend eine verschiedene Condensation erleiden. *Schmidt* hat nun die Verdichtungscoëfficienten für die gewöhnlichen Bestandtheile thierischer Flüssigkeiten bestimmt, und dabei die Dichtigkeit der Lösungen, welche gerade 10% fester Substanz enthalten (bei + 15° C. im Vacuo) der Controlerechnung zu Grunde gelegt. Aus der Summe der Verdichtungscoëfficienten lässt sich alsdann unter Berücksichtigung der aus der Analyse hervorgegangenen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile das specifische Gewicht der Gesammtflüssigkeit leicht berechnen und mit dem empirisch gefundenen vergleichen.

Zum Verständniss der folgenden, von *Schmidt* für den beregten Zweck ausgeführten, Tabelle, möge man folgende Betrachtung anstellen: bekannt ist z. B. das specifische Gewicht des Chlornatriums, nämlich (bei + 15° C. im Vacuo) = 2,1481; wäre nun in einer 10% Chlornatrium enthaltenden Lösung das Salz im Wasser ohne Verdichtung vertheilt, so würde diese Lösung ein specifisches Gewicht = 1,0565 haben; denn 10 Th. trocknes Chlornatrium nehmen (wenn sein specifisches Gewicht = 2,1481 ist) den Raum von 4,655 Th. Wasser ein, mit den 90 Th. Wasser würde also die Lösung den Raum von 94,655 Th. Wasser erfüllen müssen; allein untersuchen wir das specifische Gewicht einer solchen Lösung, so finden wir es höher, d. h. = 1,0726; dieser Dichtigkeit nach erfüllen aber 10 Th. Kochsalz und 90 Wasser nur den Raum von 93,231 Th. Wasser; es hat hier also eine Verdichtung um 1,424 Th. stattgefunden; auf 100 Volumina berechnet würde zwischen 1 Th. Chlornatrium und 9 Th. Wasser eine Verdichtung um 1,505 Volumina stattfinden. Hiernach lässt sich die von *Schmidt* aufgestellte Tabelle übersehen:

Substanz.	Dichtigkeiten der 10% feste Substanz enthaltenden Lösung.	Dichtigkeit der trocknen Substanz.	Volumenprocente der bei der Bildg. v. 10% Hydrat stattfindenden Condensation.
Chlornatrium	1,0726	2,1481	1,505
Chlorkalium	1,0653	1,9787	1,348
Schwefelsaures Kali	1,0833	2,6616	1,541
Phosphorsaures Kali $K_2 \dot{P}$ . . .	1,0960	2,4770	2,974
Phosphorsaures Natron $Na_2 \dot{P}$ . . .	1,0994	2,3735	3,455
Kaliumoxyd	1,1001	2,6560	3,053
Natriumoxyd	1,1484	2,8050	6,933
Phosphorsaurer Kalk $Ca_3 \dot{P}$ . . .	1,0807	3,0976	0,744
Phosphorsaurer Kalk $Ca_2 \dot{P}$ . . .	1,0896	3,0596	1,600
Phosphorsaure Talkerde $Mg_2 \dot{P}$ . .	1,0913	3,0383	1,776
Phosphorsaures Eisenoxyd $Fe_2 \dot{P}_3$.	1,0880	3,0661	1,447
Harnstoff	1,0275	1,3369	0,160
Harnzucker $C_{12} H_{12} O_{12}$	1,0396	1,3860	0,766
Fibrin	1,0270	1,2858	0,420
Albumin	1,0268	1,2746	0,426

Wir unterlassen es, an diesem Orte auf die interessanten Gesichtspunkte aufmerksam zu machen, die uns durch die schöne Untersuchung *Schmidt's* eröffnet werden, da wir bei der Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels ohnediess ausführlicher wieder hierauf zurückkommen müssen.

Schmidt führt die Controle aus den specifischen Gewichten auf folgende Weise aus: die Analyse eines Serums, dessen specifisches Gewicht = 1,0292 gefunden wurde, ergab 82,59 p. m. organische Bestandtheile, 0,283 p. m. schwefelsaures Kali, 0,362 Chlorkalium, 5,591 Chlornatrium, 0,273 phosphorsaures Natron, 1,545 Natron, 0,300 phosphorsauren Kalk und 0,220 phosphorsaure Talkerde; die Controle ersieht man aus folgendem:

82,586 gr.	Albumin nebst Extractivstoffen erfüllen (die Hydratationsverdichtung auf wasserfreie Substanz übertragen) den Raum von	61,471 Wasser.
2,836 gr.	10% Hydrat von schwefelsaurem Kali	2,618 „
3,616 gr.	„ „ „ Chlorkalium	3,395 „
55,914 gr.	„ „ „ Chlornatrium	52,129 „
2,726 gr.	„ „ „ phosphorsaurem Natron	2,480 „
15,454 gr.	„ „ „ Natron	13,457 „
2,997 gr.	„ „ „ phosphorsaurem Kalk	2,773 „
2,197 gr.	„ „ „ phosphorsaurer Talkerde	2,013 „
168,326 gr.	Gesammthydrat	140,336 Wasser.

Hiernach berechnet sich (140,336 : 168,326 = 1 : x) die Dichtigkeit so zusammengesetzten Serums = 1,0288.

Nachdem wir in unsrer weitern Betrachtung der einzelnen thierischen Flüssigkeiten die chemische Constitution derselben im normalen Zustande kennen gelernt haben, werden wir unsre Aufmerksam-

keit zunächst auf die Modificationen zu lenken haben, welche die betreffende Flüssigkeit unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen erleidet, dabei aber gleichzeitig die Zusammensetzung der entsprechenden Säfte verschiedener Thierclassen in Betracht ziehen; bildet doch gerade die letztere das gewöhnlichste Object und die wesentlichste Grundlage unsrer physiologisch-chemischen Forschung.

Was aber die Berücksichtigung der *pathologischen* Verhältnisse betrifft, so glauben wir hier unsrer Darstellung einige Worte vorausschicken zu müssen. Es geht schon aus dem, was wir im ersten Theile über die Behandlung der pathologischen Chemie gesagt haben, wohl deutlich hervor, wie sehr man irren würde, wenn man hier eine vollständige Humoralpathologie erwartete, eine Disciplin, die Niemand kennt und die nur in den Köpfen einiger Enthusiasten spuckt. Nach den Principien, von denen aus wir die pathologischen Processe betrachtet wissen wollen, können wir die an thierischen Säften beobachteten physischen und chemischen Veränderungen durchaus nicht nach den beliebten Krankheitsfamilien gruppiren, sondern vielmehr nach der innern, d. h. chemischen Constitution der pathologischen Objecte selbst. Es dünkt uns, wir würden uns auf einen ganz falschen Standpunkt stellen, wenn wir von den conventionell angenommenen Krankheitsnamen, wie Tuberculose, Carcinom u. s. w. ausgingen; denn diese Bezeichnungsweisen sind eben nur Postulate, bedingt durch die praktische Anwendung in der Heilkunde. So häufig man sich auch gegen die ontologischen Begriffsbestimmungen von Krankheiten erklärte, so wenig hat man sich doch gehütet, jenen einmal eingebürgerten Bezeichnungsweisen gewisser Krankheitsformen einen ganz specifischen Charakter unterzulegen; denn wie hätte man sonst z. B. auf solche und ähnliche Ideen kommen können, wie die, dass die Tuberkeln aufs Trockne gesetzte Exsudate seien? Um diese Scheinphysiologie zu vermeiden, werden wir uns immer nur an das Object selbst halten und nur in Kürze auf das conventionelle Prädicat hinweisen.

Wenn wir selbst z. B. referiren, dass die Galle in Leichnamen nach heftigern Entzündungen ärmer an festen Bestandtheilen, nach Typhus aber noch dünnflüssiger und wässriger, bei Tuberculose aber bald ärmer, bald reicher an festen Bestandtheilen gefunden werde, so halten wir doch selbst diese Bezeichnung der Zustände, in welchen die Galle concentrirter oder verdünnter gefunden wird, eigentlich für durchaus irrationell; denn wir hätten einfach sagen müssen, dass in denjenigen Zuständen, in welchen, um mit den pathologischen Anatomen zu reden, der krankhafte Process sich localisirt hat, d. h. in welchen

das Blut in Folge bedeutender Exsudate oder andrer starker Säfteverluste ärmer an festen Bestandtheilen geworden ist, diese Beschaffenheit des Blutes sich auch in den Secreten und Excreten reflectirt und somit auch eine weniger consistente, stoffarme Galle abgesondert wird, während in den Fällen, wo das Blut dichter und reicher an festen Bestandtheilen gefunden wird, wie z. B. in der Cholera, sich auch eine wasserarme und zähe Galle in den Leichnamen vorfindet.

Als eine weitere Grundlage der physiologischen Erkenntniss einer thierischen Flüssigkeit ist die Erforschung der quantitativen Verhältnisse der Bildung oder Absonderung nothwendig, ein Punkt, welcher für diese Disciplin weit wichtiger ist, als er auf den ersten Blick scheinen möchte. Wir haben bereits in der methodologischen Einleitung auf die statistische Methode der Untersuchung über den Stoffwechsel hingewiesen und sie als eines der wichtigsten Mittel der physiologisch-chemischen Forschung erkannt, obgleich sie uns über das Wie und Warum völlig im Dunkeln lässt: allein sie stellt uns gewisse Marken, über welche unsre Phantasie bei der Deutung thierischer Phänomene, so wie bei der Conception der Ideen zu neuen Versuchen nicht hinausschweifen darf, ohne in die augenscheinlichsten Irrthümer zu verfallen. Eine Begrenzung der Hypothesen thut ja aber vor allem Noth in einer Disciplin, die sich noch so sehr in ihrer Kindheit befindet. Diese statistische Methode wirkt aber nicht nur negativ vortheilhaft, sondern sie liefert uns auch die positivsten Unterlagen zur Erkenntniss desjenigen Theiles der physiologischen Chemie, der uns gerade für die nächste Zukunft die meiste Ausbeute verspricht. Ist es doch das nächste, erreichbarste Ziel unsrer Bestrebungen, die quantitativen Verhältnisse des Austausches der einzelnen thierischen Stoffe zwischen den verschiedenen Organen, Geweben, geschlossenen und offenen Höhlen und endlich der Aussenwelt zu eruiren. Eine auf physikalische Gesetze begründete und auf einfache Zahlenverhältnisse zurückgeführte Entwicklung des mechanischen Stoffwechsels gewährt gerade jetzt die glänzendsten Aussichten, und zwar um so mehr, als unsre Kenntniss der chemischen Substrate im gesunden wie im kranken Organismus noch so sehr darniederliegt. Die Fabel von Krasen und Dyskrasien vermehrte den Eifer in der chemischen Untersuchung krankhafter Producte; allein haben denn die zahllosen Analysen krankhaften Blutes und Harns viel andres geliefert, als den Nachweis von Abänderungen in den quantitativen Proportionen der gewöhnlichen Bestandtheile jener Säfte? Da also für jetzt wenigstens das Nachsuchen nach deleteren Materien, specifischen Ansteckungsstoffen, nach einer Materia peccans u. s. w. wenig Aussicht auf Erfolg

verspricht, so sind wir fast geradezu darauf angewiesen, die quantitativen Verhältnisse der bis jetzt bekannten Stoffe und ihre Vertheilung in den verschiedenen thierischen Säften zu enthüllen. Dazu genügt es aber freilich nicht, die nackten Resultate der chemischen Analysen in procentischen Zahlen hinzustellen, sondern es ist nothwendig, dass diese Ergebnisse in Einklang gebracht werden mit den Massenverhältnissen, in welchen die einzelnen thierischen Säfte zu einander stehen, und mit der Quantität der Bewegung, welche zwischen den durch Membranen und Zellen getrennten Säften stattfindet. Vergleicht man z. B. in Krankheiten die Mengen der in den Ausscheidungen erscheinenden Stoffe mit denen, die im Blute zurückbleiben, so gelangt man zu Resultaten, welche die interessantesten Aufschlüsse über physiologische Mechanik, über den Ablauf krankhafter Processe und über den Causalnexus ganzer Symptomgruppen geben: eine Behauptung, deren Beweis *C. Schmidt* durch seine vortrefflichen Untersuchungen über die Transsudationsprocesse in der Cholera, Brightschen Krankheit, Dyssenterie und hydropischen Zuständen factisch geliefert hat. Die Kenntniss der quantitativen Verhältnisse, in welchen jeder thierische Saft und seine einzelnen Bestandtheile gebildet oder abgesondert werden, sind das erste Fundament zu einer Statik der thierischen Stoffbewegungen; wir werden daher im dritten Abschnitte dieses Werks dem mechanischen Stoffwechsel im thierischen Organismus eine besondere Betrachtung widmen müssen, und dort nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen die Ergebnisse der quantitativen, physiologisch-chemischen Untersuchungen in Einklang zu bringen suchen mit den Lehren von der Imbibition thierischer Häute, der Endosmose und der von Elasticität und Dicke der Membranen ebensowohl als von der Schnelligkeit der Blutbewegung abhängigen Transsudation u. s. w. Ohne solche auf physikalische Gesetze und arithmetische Folgerungen begründete Stützpunkte werden nur wenig Hypothesen über den Stoffwechsel im Thierkörper, namentlich solche über Ernährung und Absonderung, eine logische Berechtigung erlangen können. Wir hielten es daher keineswegs für ein der physiologischen Chemie fremdes oder entbehrliches Gebiet, in dem wir die Absonderungsgrössen der Ausscheidungen und die Quantität der chemischen Bewegung für jede einzelne thierische Flüssigkeit, so weit es die heutige Wissenschaft gestattet, mit in Betracht ziehen.

Eine weitere Rubrik in der formellen Behandlung der thierischen Säfte wird die Umwandlungen umfassen, welche jedes einzelne

Object innerhalb des thierischen, lebenden Organismus erleidet und diese in Vergleich bringen mit den Veränderungen und Zersetzungen, die wir an derselben Materie ausser der Lebenssphäre beobachten. Lassen wir hierauf in ähnlicher Weise, wie wir es bei den thierischen Substraten gethan haben, die factischen Unterlagen folgen, welche zu einer Betrachtung der *genetischen* Entwicklung jedes Objectes etwa berechtigen können: so werden wir uns in den Besitz aller Elemente (so weit diese bis jetzt uns zugänglich geworden sind) gesetzt haben, um die *Function* oder den *physiologischen Werth* jeder einzelnen thierischen Flüssigkeit beurtheilen zu können. Zwar werden wir auf diese Weise schon in das Gebiet der physiologischen Processe hinüberstreifen: allein, wenn wir den thierischen Stoffwechsel im Allgemeinen und Ganzen, die Processe der Verdauung, Respiration und Ernährung in geordnetem Zusammenhange betrachten wollen, muss unsre Entwicklung des Gesammtchemismus im Thierkörper, um nicht durch das Haftenbleiben am Einzelnen gestört zu werden, sich an die durch einfache Induction gewonnenen Ansichten über die Function der einzelnen chemischen Werkzeuge anschliessen (vergl Th. 1. S. 3.)

Schwebte uns nach dieser Anschauungsweise einer Behandlung der physiologischen Chemie und insbesondere der Säftelehre das Ziel vor, die Ergebnisse der bisherigen Bestrebungen der Forscher zu einem wissenschaftlichen Ganzen zu verknüpfen und zu einer der Physiologie würdigen rein inductiven Disciplin zu verarbeiten: so mochte uns der Muth sinken (und er ist uns oft genug gesunken), als wir an die materielle Ausführung selbst gingen. Wir glauben im 1. Theile unsre Ansicht über die nur allzu grosse Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse in diesem Felde der Naturwissenschaften schon genügend ausgesprochen zu haben: allein bei weitem weniger ist es das Minus unsrer positiven Kenntnisse als das Plus in der Literatur aufgehäuften Materials, welches die Schwierigkeiten fast unüberwindlich macht, das reine unverfälschte Eigenthum der Wissenschaft, frei von der durch windige Phantasien zugeführten Spreu, vor Augen zu führen und in einer gewissen Harmonie zusammenzustellen. Wenn wir den „zu Hauf liegenden Stoff" überblicken und das wirre Durcheinander der widersprechendsten scheinbar auf Beobachtung gegründeten Behauptungen wahrnehmen: so wird man fast unwillkührlich an das berüchtigte Besitzthum des Augias erinnert, das nur ein Herakles klären konnte. Wir gestehen daher offen, dass wir davon abstanden, in dem Folgenden eine sorgfältige Sammlung alles dessen zu liefern, was von jeher in Bezug auf diese Disciplin wohl oder übel experimentirt und aus Beobachtungen erschlossen worden ist, sondern wir begnügten uns mit dem Versuche, die von den besten Beobachtern gesammelten Thatsachen, so weit Kräfte und Erfahrung es erlaubten, mit den Resultaten eigner Anschauung zusammenzustellen und höchstens noch die logische Berechtigung der verschiedenen Schlussfolgerungen und Hypothesen zu prüfen. Sehen wir ganz ab von dem vorliegenden Unternehmen, welches einen

Versuch zu nennen, uns keineswegs erheuchelte Bescheidenheit veranlasst: so wird man zugeben, dass Experimentalkritik es ist, welche der Säftelehre sowie der physiologischen Chemie überhaupt gewiss weit mehr Noth thut, als das sorgfältigste Sammeln der Erzeugnisse der einschlagenden Literatur. Wenn wir aber das vorliegende reiche Material zu sichten versuchen, so werden wir, abhold jeder Art von sogenannter Polemik, nur bemüht sein, das Palladium der Naturwissenschaft, die Thatsache, rein zu bewahren.

Speichel.

Der aus der Mundhöhle entlehnte Speichel ist nicht bloss ein Gemeng der von den verschiedenen Speicheldrüsen abgesonderten Flüssigkeiten, sondern ein wesentlicher Bestandtheil desselben ist auch der Mundschleim, d. h. die von den Schleimhäuten der Mundhöhle abgesonderte Flüssigkeit. Der gemischte Speichel oder Mundspeichel ist daher sehr wohl zu unterscheiden von den Secreten der einzelnen speichelbildenden Organe und zwar ebensowohl rücksichtlich seiner chemischen Eigenschaften als seiner physiologischen Wirksamkeit.

Der gemischte Speichel des Menschen so wie der der meisten Säugethiere hat folgende Eigenschaften: er bildet eine etwas trübe, opalisirende oder schwach bläulichweisse Flüssigkeit, die ziemlich zäh und fadenziehend ist, ohne Geruch und ohne Geschmack. Nach einigem Stehen scheidet sich daraus ein schleimiger grauweisslicher Bodensatz ab, der unter dem Mikroskop hauptsächlich aus Plattenepithelium, oft noch zu ganzen Fetzen vereinigt, und sogenannten Schleimkörperchen besteht, welche durchschnittlich etwas grösser als Eiterkörperchen gefunden werden und gewöhnlich selbst ohne Anwendung besonderer Agentien einen grossen, linsenförmigen, excentrischen Kern zeigen. Das specifische Gewicht des gemischten Speichels ist selbst im normalen Zustande verschieden; denn seine Dichtigkeit ist theils von der Menge beigemengten Schleims abhängig, theils von der grössern oder mindern Verdünnung der Drüsensecrete; sie schwankt beim Menschen zwischen 1,004 und 1,006, kann aber selbst im normalen Zustande bis 1,008 und 1,009 hinauf- und bis 1,002 herabgehen. Der normale Speichel ist von mehr oder minder deutlich alkalischer Reaction; er wirkt weder auf Pflanzen noch auf Thiere giftig.

Fast bei keiner andern thierischen Flüssigkeit ist es so wichtig, dass sie ganz frisch untersucht werde, als beim Speichel; keine erleidet so schnell Veränderungen und vollkommne Zersetzungen, als gerade diese; die Missachtung

dieser Thatsache ist die Ursache einer Menge Irrthümer, welche zu den sonderbarsten Ansichten über den Speichel geführt haben. Hierin ist der Grund zu suchen, wesshalb z. B. *Wright* [1]) diesem Secrete mancherlei Eigenschaften zuschreibt, welche von andern Forschern entweder gar nicht oder wenigstens nicht in gleichem Grade beobachtet werden konnten; diess gilt unter anderm vom Geschmack des Speichels, welchen *Wright* deutlich scharf, salzig und sogar adstringirend gefunden haben will; dem muss ich jedoch mit *Jacubowitsch* [2]) durchaus widersprechen. So fand ich auch gegen *Wright's* Behauptung den Speichel Gesunder stets geruchlos. Die nachtheilige Einwirkung des Speichels auf pflanzliche und thierische Organismen, wie sie *Wright* beobachtet hat, rührt, wie positive Versuche zeigen werden, grösstentheils von der Anwendung eines nicht ganz frischen Speichels her.

Die morphologischen Elemente des Speichels verdanken ihren Ursprung nur der Schleimhaut der Mundhöhle und in geringer Menge auch der der Speichelgänge; daher man über diese unter „Schleim" das hierauf Bezügliche erwähnt findet. Zuweilen trifft man im ausgeworfenen Speichel ausser Epithelium und Schleimkörperchen noch Fettbläschen an, seltner Rudimente genossener Nahrungsmittel, wie Pflanzenzellen, oft sehr schön macerirte Muskelfaser; noch seltner auch Vibrionen, herrührend von dem zwischen den Zähnen oder in hohlen Zähnen längere Zeit stagnirenden Schleime oder Speiseresten.

Die Gegenwart der Schleimkörperchen im *normalen* Speichel oder Mundschleim hat man läugnen und sie nur von einem wenn auch noch so geringen Reizzustande der Mundschleimhaut (z. B. durch Tabakrauchen bedingt) herleiten wollen; allein ich habe immer einige derselben im Mundschleime von Gesunden (auch solchen, die nicht rauchten) auffinden können; da sie aber auch im Speichel von Thieren, z. B. von Hunden und Pferden (*Magendie* [3]), *Jacubowitsch* [4]) vorkommen, so dürfte wohl nicht daran zu zweifeln sein, dass die Mundschleimhaut auch im völlig normalen Zustande mit den Epithelialplatten jene Schleimkörperchen abstreift, die doch als nichts anderes, als abortive Epithelialzellen anzusehen sind.

Wie ausserordentlich variabel das specifische Gewicht des Speichels selbst bei einer und derselben Person unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen ist, lässt sich leicht durch Versuche darthun. Ich habe in dieser Hinsicht einige Versuche mit dem Parotidensecrete eines Pferdes angestellt, dem eine künstliche Speichelfistel nach Blosslegung und Durchschneidung des Ductus Stenonianus beigebracht worden war. Der Parotidenspeichel dieses Pferdes hatte kurz nach der Operation eine Dichtigkeit = 1,0061; 10 Minuten, nachdem es ungefähr 6 Pfd. Wasser zu sich genommen hatte und ihm Heu zu fressen gegeben wurde, war das specifische Gewicht auf 1,0051 gesunken; nachdem es 12 Stunden nichts zu saufen erhalten hatte, und wiederum durch

---

1) *Wright,* On the Physiology and Pathology of the Saliva. London 1842. p. 50 and 310.

2) *Jacubowitsch,* de Saliva, diss. inaug. Dorpati Liv. 1848. p. 12.

3) *Magendie,* Compt. rend. T. 21. p. 905.

4) *Jacubowitsch,* a. a. O. S. 16.

Heu eine reichlichere Absonderung erzielt worden war, stieg das spec. Gewicht auf 1,0074. *Wright*[1]) hat nachgewiesen, dass der menschliche Speichel nach dem Essen dichter ist, als im nüchternen Zustande; bei einem gesunden Manne fand er, während jener eine Woche lang von gemischter Kost gelebt hatte, das specifische Gewicht des Speichels schwankend zwischen 1,0079 und 1,0085, während einer gleichen Zeit bei rein animalischer Kost = 1,0098 und 1,0176, bei rein vegetabilischer Nahrung aber = 1,0039 und 1,0047. Nach demselben Autor sollen auch moralische Affecte, Witterungsveränderungen, Licht, Schall u. dergl. von Einfluss auf die Dichtigkeit des Speichels sein. Nach zahlreichen Bestimmungen desselben Forschers an 200 gesunden Individuen schwankte das specifische Gewicht des Speichels zwischen 1,0089 und 1,0069, ein Resultat, welches das von mir erhaltene bei weitem übersteigt; möglich, dass der reichlichere Fleischgenuss der Engländer die von *Wright* gefundene höhere Dichtigkeit hedingt hat.

Was die Alkalescenz des Speichels betrifft, so kann jeder an sich selbst leicht beobachten, dass während des Essens und nach demselben die alkalische Reaction zunimmt, während sie im nüchternen Zustande sehr abnimmt oder gänzlich schwindet; ja bei manchen wenigstens scheinbar gesunden Personen erlangt der Speichel im nüchternen Zustande schwach saure Reaction, die jedoch alsbald nach dem Genusse fester Nahrungsmittel der alkalischen weicht (*Hünefeld*[2]), *Mitscherlich*[3]), *Wright, Jacubowitsch.*) Nach *Wright* schwankt die Menge des Natrons im Speichel gesunder Menschen zwischen 0,095 und 0,353% und in dem der Hunde zwischen 0,151 bis 0,653%, in dem der Schafe zwischen 0,087 und 0,261%, bei Pferden zwischen 0,098 bis 0,513. Wir führen diese Zahlen nur an, um einen ungefähren Maassstab zu geben für die Menge Säure, welche etwa durch den Speichel gesättigt werden kann; denn jene Zahlen sind auf Natron berechnet, während namentlich in dem Speichel der pflanzenfressenden Thiere oft viel Kali, constant aber sehr viel Kalk enthalten ist, der durch die schwächste Säure z. B. schon durch Kohlensäure aus seiner Verbindung mit nicht sauren organischen Substanzen ausgetrieben wird. *Frerichs*[4]) fand, dass 100 *grm.* beim Rauchen gesammelten Speichels durch 0,150 *grm.* Schwefelsäure gesättigt wurden.

Nach *Wright* nimmt die Menge des Alkalis im Speichel zu beim Genusse fettiger, aromatischer, saurer, spirituöser und überhaupt schwer verdaulicher Speisen und Getränke.

Um sich reinen Speichel vom Menschen zu verschaffen, ist es durchaus tadelnswerth, eine reichlichere Absonderung durch solche künstliche Mittel hervorzurufen, welche sich dem Secrete selbst beimischen; daher das Tabaksrauchen, das Kauen löslicher oder aromatischer Substanzen zu jenem Zwecke durchaus verwerflich ist. Am

1) *Wright*, a. a. O. S. 93.
2) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. Berlin 1841. S. 43=60.
3) *C. G. Mitscherlich*, Pogg. Ann. Bd. 27. S. 320=347.
4) *Frerichs*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 3. Abth. 1. S. 760.

einfachsten verschafft man sich in kurzer Zeit grössere Mengen Speichels, wenn man die Unterkinnlade stark herabdrückt und mittelst einer Feder am Gaumen kitzelt; es entsteht ein schnell vorübergehendes Würgen, unter dem der Speichel stossweise aus dem Munde hervorstürzt. Von Thieren sammelt man sich den Speichel am besten so, dass man ihnen im nüchternen Zustande ihr Lieblingsfutter vorhält; der Speichel fliesst, wenn man die Schnauze etwas abwärts drückt, sehr bald in Menge ab.

Die Methode *Magendie's* und *Lassaigne's*, gemischten Speichel von Thieren nach Durchschneidung der Speiseröhre an der eröffneten Stelle derselben zu sammeln, ist für gewisse Versuche nicht zu vermeiden, allein für die gewöhnlichen Zwecke ist sie nicht nur inhuman und umständlich, sondern auch unphysiologisch; denn wie kann man erwarten, dass nach einem so bedeutenden Eingriffe in das thierische Leben, wie die Blosslegung und Durchschneidung des Oesophagus ist, ein normales Secret erhalten werde?

Wir haben oben bereits erwähnt, dass der gewöhnliche Speichel ein Gemeng der Secrete der Mundschleimhaut und mehrerer Drüsen ist; wir fassen daher diese Secrete zunächst einzeln ins Auge.

Parotidenspeichel. Solchen von Menschen genauer zu untersuchen hatten bis jetzt nur *C. G. Mitscherlich* [1]) und *van Setten* [2]) Gelegenheit; sehr oft ist derselbe von Thieren, namentlich Pferden und Hunden, untersucht worden. Das Secret der Parotis ist meist vollkommen wasserhell und farblos, ohne Geruch und Geschmack, nicht fadenziehend, von deutlich alkalischer Reaction. Das specifische Gewicht fand *Mitscherlich* bei einem kranken Menschen schwankend zwischen 1,0061 und 1,0088; *Jacubowitsch* bei Hunden = 1,0040 bis 1,0047, ich bei Pferden zwischen 1,0051 und 1,0074.

Die Beobachtungen *Mitscherlich's* am Parotidenspeichel eines chronisch erkrankten Mannes deuten an, dass nach längerem Hungern oder beim Genusse harter und reizender Speisen ein concentrirter Speichel abgesondert wird. Uebrigens fand *Mitscherlich* das Parotidensecret im nüchternen Zustande immer sauer und nur während des Essens alkalisch. *Magendie* und *Rayer* sahen, als sie einem Pferde an jeder Seite eine Fistel des Steuon'schen Ganges angebracht hatten, das specifische Gewicht der Paroditensecrete allmählig abnehmen.

Was die chemischen Bestandtheile des Paroditenspeichels betrifft, so sind hierüber die Erfahrungen der Experimentatoren, namentlich rücksichtlich verschiedener Thiere, nicht ganz übereinstimmend; indessen lassen sich folgende als constante Bestandtheile des Secrets der Parotis betrachten:

1) *C. G. Mitscherlich*, a. a. O.

2) *Van Setten*, de saliva ejusque vi et utilitate, Groning. 1837.

a. Kali, Natron und Kalk, gebunden an eine organische Materie; diese Verbindung ist einer der Hauptbestandtheile des Speichels, von welchem mehrere Eigenschaften desselben bedingt werden; sie ist ähnlich dem Natronalbuminat, aber nicht damit identisch, entsprechend zum Theil dem Speichelstoff oder Ptyalin von *Berzelius* und Andern.

Magendie, *Jacubowitsch* und Andere nehmen kohlensaure Alkalien im Speichel an, allein in dem frischen Secrete dürfte deren Menge äusserst gering sein; die kohlensauren Alkalien entstehen erst während der chemischen Behandlung durch Zutritt atmosphärischer Luft; am evidentesten ist die Bildung kohlensauren Kalks am Parotidensecrete der Pferde zu sehen, welches gleich Kalkwasser aus der Luft Kohlensäure anzieht und die schönsten mikroskopischen Formen von kohlensaurem Kalk abscheidet. Die organische Materie, das Ptyalin, ist in Wasser schwerlöslich, aber nicht unlöslich, sobald es von den Alkalien oder dem Kalk, sei es durch Kohlensäure oder durch andre Säuren, getrennt wird; desshalb wird der menschliche Speichel sowie der der Hunde durch Säuren bald getrübt, bald nicht; das Ausgeschiedene bildet amorphe Flocken, die in Wasser schwerlöslich sind, in alkali- oder säurehaltigem sich aber leicht auflösen. Man findet diese Substanz, zum Theil noch an Alkali gebunden im wässrigen Extracte ebensowohl als in dem spirituösen; am reinsten erhält man sie aus letzterem, nachdem man dasselbe mit Alkohol und Aether extrahirt hat; es bildet dann eine fast gallertartige, farblose Substanz, welche in Wasser sich um so weniger löst, je mehr Alkali ihr durch Kohlensäure oder auf eine andre Weise entzogen ist. Die alkalihaltige Lösung dieser Substanz bewirkt mit geringen Mengen Essigsäure, Salpetersäure u. s. w. einen flockigen Niederschlag, der sich namentlich in überschüssiger Essigsäure leicht auflöst; auch beim Kochen mit Salmiak wird die alkalische Ptyalinlösung stark getrübt, so auch mit schwefelsaurer Talkerde. Die alkalische Lösung (nicht aber die neutralisirte) dieser Substanz wird durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und basisch essigsaures Bleioxyd gefällt, aber nicht durch Alaun, Kupfervitriol und dergl. Die essigsaure Lösung gibt mit Blutlaugensalz eine starke Trübung; mit Salpetersäure gekocht, bildet diese Substanz eine gelbe Lösung. Dieser Stoff ist den angeführten Eigenschaften nach dem Natronalbuminat und Caseïn sehr ähnlich, darf aber keineswegs damit verwechselt werden. Ich habe deren Eigenschaften hauptsächlich am Parotidenspeichel des Pferdes studirt und glaube, dass sich dieser Betrachtungsweise nach die Verschiedenheiten erklären lassen, welche *Berzelius*, *Gmelin* und andre Autoren rücksichtlich des Ptyalins fanden. In andern thierischen Flüssigkeiten vermochte ich nicht eine mit diesem Ptyalin vollkommen identische Substanz nachzuweisen.

Es ist auffallend, dass *Magendie* auf den Reichthum des Parotidensecrets an Kalk bei seinen Untersuchungen dieser Flüssigkeit nicht aufmerksam geworden ist (er nimmt darin nur doppeltkohlensaures Kali an), während selbst im gleichen Secrete der Hunde von *Jacubowitsch* [1]) constant kohlensaurer Kalk ge-

1) *Jacubowitsch*, a. a. O. S. 20—22.

funden wurde. Sollte vielleicht verschiedene Nahrung denselben Einfluss auf den Speichel der Pferde äussern, den sie auf den Harn derselben ausübt; wir werden nämlich weiter unten nachweisen, dass der Harn dieser Thiere bald reich an kohlensaurem Kali, bald an kohlensaurem Kalk ist. Ich fand indessen den Pferdespeichel, so oft ich ihn untersuchte, immer sehr reich an Kalk.

b. Ein in Alkohol und in Wasser löslicher Extractivstoff, welcher durch Gerbsäure, aber nicht durch Alaun gefällt wird.

c. Rhodankalium, dessen Gegenwart von *Mitscherlich*, *Jacubowitsch* und *Gmelin* im Parotidenspeichel des Menschen, des Hundes, des Pferdes und Schaafs gefunden wurde.

Ich habe in dem Paroditensecrete des Pferdes durch Eisenchlorid keine Röthung entstehen sehen.

d. Das Kalisalz einer der Buttersäuregruppe angehörigen, nicht leicht zu verflüchtigenden Säure (Capronsäure?); es krystallisirt in schönen Efflorescenzen, die unter dem Mikroskop den Büscheln der Margarinsäure gleichen.

e. Ein wenig Epithelium und einzelne Schleimkörperchen.

f. Chlornatrium und Chlorkalium.

g. Sehr wenig phosphorsaure Salze.

h. Von schwefelsaurem Alkali eine Spur.

Rücksichtlich der *quantitativen* Verhältnisse der Bestandtheile des Parotidensecrets mögen folgende Andeutungen hinreichen: *Mitscherlich* fand in dem Paroditenspeichel des Menschen 1,468 bis 1,632%, *van Setten* 1,62% *feste Bestandtheile*, *Jacubowitsch* in dem eines Hundes 0,47%, *Gmelin* dagegen 2,58%, *Magendie* in dem der Pferde durchschnittlich 1,1%, ich aber im Mittel von 6 Bestimmungen verschiedenen Speichels 0,708%.

In dem Secrete des Menschen fand *Mitscherlich* ungefähr 0,525% alkalireiches *Ptyalin;* in dem der Pferde fand ich durchschnittlich 0,140% reines Ptyalin (nach Abzug der in ihm enthaltenen Mineralsubstanzen.)

Das alkalische Ptyalin, aus dem Wasserextracte und dem in Alkohol unlöslichen spirituösen Extracte erhalten, machte 23,332% der festen Bestandtheile des Pferdespeichels aus und lieferte 5,675% Asche, die fast nur aus kohlensauren Alkalien und Kalk bestand.

Das *alkoholische Extract* des Secrets vom Menschen betrug nach *Mitscherlich* ungefähr 0,1%, in dem der Pferde fand ich 0,0988%.

Das alkoholische Extract des Pferdespeichels macht im Mittel mehrere

meiner Versuche 13,936% des festen Rückstands aus; darin waren 3,812 gr. Asche (meist Chloralkalien) enthalten.

Eine quantitative Bestimmung des im Parotidenspeichel enthaltenen *Rhodankalium* ist noch nicht versucht worden.

Im Parotidenspeichel des Pferdes fand ich 0,0403% *fettsaures Kali.*

Der Aetherauszug betrug 5,703% des festen Rückstands und enthielt 1,102 Th. Kali (durch Platinchlorid aus der Asche bestimmt.)

An *unlöslicher*, abfiltrirbarer *Materie*, also Epithelium mit Salzen, fand *Mitscherlich* 0,005%, ich im Pferdespeichel 0,124%.

Der unlösliche Theil des Pferdespeichels bestand grösstentheils aus kohlensaurem Kalk; nach Abzug desselben und der Asche überhaupt betrug die unlösliche organische Materie des Pferdespeichels sehr wenig; der feste Rückstand enthielt 17,550% unlöslicher Materie; in dieser wurden 13,453 Th. Asche gefunden; also kommt auf Epithelium nur 4,097% des gesammten festen Rückstandes.

Nach *Mitscherlich's* Bestimmungen sind im festen Rückstande des Parotidenspeichels des Menschen ungefähr 45,7% Mineralbestandtheile und darin 35,4 Th. Chlorkalium und eben so viel Kali und Natron (nach Abzug der Kohlensäure) enthalten; *Jacubowitsch* fand in dem des Hundes das Verhältniss der organischen Materien zu den anorganischen wie 29,8 : 70,2; in letzterer 44,7 Th. Chloralkalien und 25,5 Th. kohlensauren Kalk. In 100 Th. des festen Rückstands vom Parotidensecrete des Pferdes fand ich 53,9 Th. Aschenbestandtheile und in diesen 21,764 Th. Chlorkalium, 16,983 Th. kohlensaures Kali und 11,226 Th. kohlensauren Kalk, daneben nur 0,882 Th. phosphorsaure Kalk- und Talkerde, 0,805 Th. schwefelsaures und 2,240 Th. phosphorsaures Natron.

Secret der Submaxillardrüsen. Dasselbe ist von *Cl. Bernard*[1]) und *Jacubowitsch* bei Hunden genauer untersucht worden; es bildet ebenfalls eine farblose, wasserhelle, geschmacklose Flüssigkeit, ohne Geruch und ohne morphologische Beimengungen; das specifische Gewicht fand *Jacubowitsch* = 1,0041, die Reaction minder stark alkalisch, als die des Parotidensecrets; es enthält weit weniger an organische Materie gebundenen und an der Luft Kohlensäure anziehenden Kalk als das vorher beschriebene Secret, im Uebrigen aber ganz dieselben Bestandtheile, darunter auch Rhodankalium. *Bernard* hebt aber als wesentlichen Unterschied dieses Secrets von dem der Parotis dessen schleimige, fadenziehende Beschaffenheit hervor; zäh fand diese

1) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de médécine. 4 Sér. T. 13. p. 1—29.

Flüssigkeit indessen auch *Jacubowitsch*. Es hinterliess nach Jacubowitsch 0,855% festen Rückstand, welcher 0,566 Th. Asche lieferte, so dass hier das Verhältniss der organischen Stoffe zu den mineralischen = 33,8 : 66,2 war; letztere enthielten 52,6 Th. Chloralkalien und 13,6 kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde.

Bernard macht noch bemerklich, dass ein Infusum der Parotis sehr wässrig und nicht fadenziehend sei, während das Infusum eines Stücks Submaxillardrüse ebenso schleimig sei, als das aus dem Wharton'sche Gange gesammelte Secret.

Secret der Mundschleimhaut. *Jacubowitsch* hat auch dieses von Hunden untersucht; jedoch waren demselben die Secrete der Orbitaldrüsen und der beim Hunde allerdings sehr wenig entwickelten Sublingualdrüsen beigemengt. Diese Flüssigkeit war sehr zäh und klebrig, schaumig, farblos, aber stark getrübt durch eine Unzahl von Epithelialzellen, die beim Stehen dieser Flüssigkeit sich nicht absetzten; auch diese Flüssigkeit reagirte alkalisch und gerann nicht beim Erhitzen; sie hinterliess 0,999% festen Rückstand, in welchem 0,385 Th. organischer und 0,614 Th. unorganischer Materie enthalten waren. Unter den unlöslichen Salzen ward kein kohlensaurer Kalk gefunden.

Jacubowitsch verschaffte sich den Mundschleim des Hundes dadurch, dass er diesem die Stenon'schen und Wharton'schen Gänge unterband, dem Thiere die Schnauze aufsperrte und den Kopf in eine geneigte Lage brachte, so dass das Thier nicht schlucken konnte, sondern der Mundschleim einfach herabfloss. Das Secret der Parotis so wie das der Submaxillardrüse erhielt *Jac.* dadurch, dass er in den Stenon'schen oder Wharton'schen Gang eine feine silberne Canüle einbrachte.

Ausser den angeführten Unterschieden in den einzelnen den Hundespeichel constituirenden Secreten führt *Jac.* noch an a) dass der Parotidenspeichel sich an der Luft schnell mit einem Häutchen von Krystallen kohlensauren Kalks überzieht, was bei den andern beiden Secreten nicht geschieht; b) dass bei 100° der Parotidenspeichel nicht getrübt wird, während diess bei den andern Secreten wenigstens in geringem Grade der Fall ist; c) dass der Parotidenspeichel beim Kochen mit Salpetersäure und auf nachherigen Zusatz von Ammoniak nicht gelb oder orange gefärbt wird, wie das Secret der Mundschleimhaut und Submaxillardrüsen; d) dass kohlensaures Kali nur im Parotidenspeichel eine geringe Trübung von kohlensaurem Kalk hervorbringt.

Jacubowitsch hat auch den gemischten Speichel des Hundes einmal mit Ausschluss des Parotidensecrets und das andre Mal mit Ausschluss des Secrets der Submaxillardrüsen untersucht.

Nach dieser Uebersicht der chemischen Eigenschaften der einzelnen den Speichel constituirenden Secrete ist nur noch wenig über die Constitution des gemischten Mundspeichels hinzuzufügen.

Im gemischten Speichel des Menschen fand *Berzelius*[1]) 0,71% *fester Bestandtheile*, *Tiedemann* und *Gmelin*[2]) 1,14 bis 1,19%, *Wright*[3]) 1,19%, *L'Heritier*[4]) 1,35%; *Jacubowitsch* fand nur 0,484%, *Frerichs* in 18 Analysen 0,51 bis 1,05% und ich nach zahlreichen Bestimmungen filtrirten Speichels nur 0,348 bis 0,841%, so dass die Angaben der ältern Beobachter offenbar zu hoch ausgefallen sind. Im Speichel des Hundes fand *Jacubowitsch* 1,037%, *Magendie* und *Rayer* in dem des Pferdes auch ungefähr 1% festen Rückstands.

In 100 Th. fester Bestandtheile menschlichen gemischten Speichels fanden *Tiedemann* und *Gmelin* 21,3% Mineralstoffe, *L'Heritier* nur 6,8%, *Jacubowitsch* dagegen 37,5%; der letztere fand in dem vom Hunde die Mineralbestandtheile sehr überwiegend, nämlich 65,5%, *Magendie* in dem des Pferdes gegen 40%.

Was die einzelnen *Mineralbestandtheile* des Speichels betrifft, so lässt sich aus den vorliegenden Aschenanalysen des Speichelrückstandes eben so wenig als aus denen der meisten andern thierischen Säfte ein bestimmter Schluss auf die präformirt im Speichel enthaltenen Mineralstoffe ziehen. Wir haben indessen bereits oben bemerkt, dass ein grosser Theil des *Alkalis* im Speichel an Ptyalin gebunden ist, und dass er von diesem schon durch die schwächsten Säuren z. B. Kohlensäure getrennt wird. Aus den Quantitäten von Säuren, welche zur Sättigung alkalischen Speichels nöthig sind, hat *Wright* geschlossen, dass im normalen Zustande das Alkali nie 1% des Speichels erlangt. In der Asche des Speichelrückstandes findet man das Alkali meist an *Phosphorsäure* gebunden, so dass man in 100 Th. der Mineralstoffe 28,122% dreibasisches (*Enderlin*[5]) und 51,1% zweibasisches phosphorsaures Natron (*Jacubowitsch*) gefunden hat.

Schwefelsaure Alkalien finden sich im frischen Speichel nur spurweise, ja oft ist nicht einmal eine Spur darin aufzufinden; auch in der Asche ist die Menge des schwefelsauren Alkalis nicht erheblich; die Schwefelsäure muss daher gleich der Phosphorsäure aus andern Verbindungen beim Einäschern hervorgegangen sein.

---

1) *Berzelius*, Förelasningar i Diurkemien. 2 vol. Stockholm 1808.
2) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung nach Versuchen. Bd. 1. S. 9 ff.
3) *Wright*, On the Physiology of the Saliva. Lond. 1845.
4) *L'Heritier*, Chimie pathol. p. 290. Paris 1842.
5) *Enderlin*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 49. S. 317.

Enderlin fand in der Asche des Menschenspeichels 2,315%, ich in der des Pferdespeichels 1,604% schwefelsaures Natron.

Nach der von *Wright* angewendeten Methode, das Rhodankalium zu bestimmen, d. h. den durch (jedenfalls wasserhaltigen) Aether erhaltenen Auszug in Wasser zu lösen und mit basisch essigsaurem Bleioxyd zu fällen, wird neben Rhodanblei eine weit grössere Menge fettsaures Bleioxyd gefällt, desshalb sind die Bestimmungen von *Wright* durchschnittlich um das zehnfache zu hoch.

Unter den Mineralbestandtheilen des Speichels sind besonders *Chlorkalium* und *Chlornatrium* vorherrschend.

Enderlin fand in der Asche des Speichels 61,930% Chloralkalien, *Jacubowitsch* 46,2%, letztrer in der des Hundes 85,7%.

Rhodankalium ist immer nur in sehr geringer Quantität im Speichel enthalten.

Jacubowitsch fand im eignen Speichel 0,006% Rhodankalium, ich in dem meinigen zwischen 0,0046 und 0,0089%; nach *Wright* variirt die Menge dieses Salzes im menschlichen Speichel zwischen 0,51 bis 0,98%, was offenbar bei weitem zu viel ist.

Obgleich wir bereits im ersten Theile dieses Werks über die Existenz des Rhodankaliums im Speichel gesprochen haben, so müssen wir hauptsächlich wegen der sehr absprechenden Aeusserungen Strahl's [1]), der das Vorkommen von Schwefelcyan entschieden läugnet, und die Versuche seiner Vorgänger „mangelhaft, seltsam und leichtfertig" nennt (während *Gmelin* durch Destillation aus dem Speichel das Schwefelcyan in sehr grossen Mengen rein dargestellt hatte) noch auf die vortrefflichen Arbeiten von *Jacubowitsch* und *Tilanus* [2]) aufmerksam machen, die durch die einfachsten und reinlichsten chemischen Versuche die Gegenwart des Rhodans ausser Zweifel gesetzt haben, Auch *Frerichs* [3]) hat neuerdings das Rhodankalium im Speichel mit Sicherheit dargethan. Dass übrigens das Rhodankalium keineswegs giftige Eigenschaften besitzt, haben früher *Marchand* [4]) und neuerdings *Wöhler* und *Frerichs* [5]) durch directe Versuche nachgewiesen.

Durch örtliche Reize, welche die Speicheldrüsen afficiren, durch innerlichen Gebrauch von Cyanpräparaten und ganz besonders von Schwefel soll nach *Wright* die Menge des Rhodans im Speichel vermehrt werden.

Das *Ptyalin* ist im gemischten Speichel mit Schleimsaft gemischt, so dass dessen Eigenschaften weniger mit den oben beschriebenen übereinzustimmen scheinen und eine scharfe quantitative Bestimmung, abgesehen von dem erheblichen Salzgehalte des wässrigen Extractes, nicht möglich ist. An wässrigem, ptyalinreichem Extract wurde im Speichel von *Berzelius* 40,8% des festen Rückstands gefunden, von *Gmelin* 20,0%, von *van Setten* [6]) 15,62%.

---

1) *Strahl*, Med. Zeitg. v. d. Ver. f. Preussen. 1847. Nr. 21 u. 22.
2) *Tilanus*, De saliva et muco; dissert. inaug. Amstelod. 1849.
3) *Frerichs*, a. a. O. S. 764.
4) *Marchand*, Lehrb. d. phys. Ch. 1844. S. 410.
5) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 344.
6) *Van Setten*, a. a. O. S. 24.

Die Bestimmungen der in Wasser und Alkohol löslichen organischen Materie sind ebenso unsicher als die Kenntniss der Materie selbst.

Dass der Schleimgehalt des gemischten Speichels, je nach den Bedingungen, unter denen er gesammelt wurde, höchst verschieden ausfällt, bedarf kaum der Erwähnung.

Das Aetherextract betrug in mehrern der von mir mit dem eigenen Speichel angestellten Analysen zwischen 5,8 und 9,6% des festen Rückstandes.

Rücksichtlich der chemischen *qualitativen und quantitativen Analyse des Speichels* gelten im Allgemeinen dieselben Principien und Methoden, deren wir schon im ersten Theile bei einzelnen thierischen Stoffen Erwähnung gethan haben. Wir brauchen daher nur auf einige Punkte aufmerksam zu machen, welche ein besonderes Verhalten des Analytikers verlangen. Zunächst ist der Speichel immer zu filtriren, um ihn von den Epithelialzellen zu trennen; leider ist er aber oft so schleimig und zäh, dass er früher in Zersetzung übergeht, ehe die zu filtrirende Flüssigkeit durch das Filter gegangen ist; ja in der Regel fängt die filtrirte völlig klare Flüssigkeit sich schon an zu trüben, während der grösste Theil des Untersuchungsobjects noch auf dem Filter ist. In solchen Fällen ist es oft vortheilhaft, das Object mit der 3 und 4fachen Menge ausgekochten Wassers zu verdünnen, das Gemisch in möglich kühle Temperatur zu bringen und erst nachdem der grösste Theil der schleimigen Flocken sich abgesetzt hat, das Filtriren zu versuchen; gelingt es aber auch dann nicht, das Lösliche von dem Unlöslichen zu trennen, so ist es vielleicht besser, die ganze Analyse zu unterlassen, da sonst immer nur unreinliche Resultate erzielt werden könnten. Man würde zwar die schleimige Flüssigkeit ohne weiteres abdampfen können, um den Rückstand alsdann mit Alkohol, Aether und endlich mit Wasser auszuziehen: allein abgesehen davon, dass auch dann der wässrige Auszug noch schwer filtrirbar ist, so würden in den Alkohol und Aether Substanzen übergehen, welche nicht dem Speichel als solchem, sondern den Epithelialzellen und dem diesen etwa beigemischten Fett und andern Speiseresten angehören.

Es versteht sich übrigens von selbst, dass vor der chemischen Analyse durch das Mikroskop die morphologischen Elemente des Speichels gehörig erforscht sind, damit man wisse, ob in den unlöslichen Theilen des Speichels bloss Epithelialzellen und Schleimkörperchen oder auch Fett, Vibrionen, Molecularkörnchen irgend einer organischen Materie enthalten seien. In Speichel, der längere Zeit an der Luft gestanden hat, in krankhaftem Speichel und nament-

lich in sauer reagirendem trifft man solche Körnchen sehr häufig an. Als Materien, welche meist noch in Umwandlung begriffen sind, können sie einer genauern chemischen Analyse nicht zugänglich sein. Mineralstoffe, wie Krystalle von kohlensaurem Kalk, würde wohl Niemand mit sg. Molecularkörnchen verwechseln.

Ist der Speichel filtrirt, so dürfte eine weitere Untersuchung des Rückstandes auf dem Filter für die Kenntniss der Natur des Speichels selbst ohne Interesse sein, da wir wissen, dass der eigentliche Speichel nur lösliche Stoffe enthält.

Wright findet in jenem Rückstande sein Ptyalin; er kann aber jenen Rückstand unmöglich sattsam mit Wasser ausgesüsst haben, um, wie seine Zahlenangaben zeigen, noch soviel in Wasser lösliche Substanz daraus auszuziehen.

Hätte sich jenem in Wasser unlöslichen Rückstande kohlensaurer Kalk beigemengt, so würde derselbe leicht durch höchst verdünnte Essigsäure auszuziehen und dann weiter zu bestimmen sein.

Was nun die filtrirte Speichelflüssigkeit betrifft, so dürfte es in der Regel von Interesse sein, nach dem volumetrischen Verfahren die Menge Säure zu bestimmen, welche durch eine gewisse Quantität Speichel gesättigt wird, um ein Urtheil über die Alkalicität des Speichels oder mit andern Worten über die Menge des schwach gebundenen Alkalis zu erhalten. In jedem Falle ist aber der filtrirte Speichel mit Essigsäure zu neutralisiren und dann zu erhitzen; entsteht hierdurch eine Trübung, so ist die ausgeschiedene eiweissartige Substanz zu filtriren und für die quantitative Bestimmung weiter zu behandeln. Der Verdunstungsrückstand des Speichels ist dann zu behandeln, wie die Rückstände der meisten andern thierischen Flüssigkeiten.

Nur rücksichtlich der quantitativen Bestimmung des Rhodans im Speichel bleibt uns noch etwas zu bemerken übrig. Zwei Wege haben wir nämlich zur Zeit als die besten befunden, um diesen Zweck zu erreichen. Der eine Weg beruht darauf, dass man das alkoholische Extract des Speichels im Wasser löst und die meist durch Fett getrübte Flüssigkeit filtrirt; das durch Abdampfen etwas concentrirte Filtrat wird mit Phosphorsäure versetzt und destillirt, das Destillat mit Baryt gesättigt und die filtrirte Flüssigkeit verdunstet; der Rückstand wird alsdann mit rauchender Salpetersäure oder Königswasser längere Zeit gekocht und aus dem ausgeschiedenen schwefelsauren Baryt die Menge des Rhodankaliums berechnet (*van Setten*, *Jacubowitsch*, *Tilanus*). Man kann aber auch die wässrige Lösung des alkoholischen Speichelextractes mit salpetersaurem Silberoxyd fällen und den wohl aus-

gesüssten Niederschlag mit salpetersäurehaltigem Wasser behandeln, von dem Chlorsilber ungelöst gelassen wird; aus der sauren Lösung fällt man das Silber durch Salzsäure, setzt etwas Chlorbaryum zu und dampft unter wiederholtem Zusatz von Salpetersäure stark ein; auch hier erhält man schwefelsauren Baryt, aus welchem das Rhodan zu berechnen ist. Vor dem Barytzusatze würde man aus der salpetersauren Lösung auch durch Zusatz von schwefelsaurem Eisenoxydul und Kupferoxyd das Kupferrhodanür präcipitiren können, müsste aber, da der Niederschlag nie aus reinem Kupferrhodanür besteht, doch zur Bestimmung des Schwefels als schwefelsauren Baryts seine Zuflucht nehmen.

Basisch essigsaures Bleioxyd, wie *Wright*, zur Fällung des Rhodans zu verwenden, ist auch in diesem Falle untauglich; da das Bleirhodanid in Wasser etwas löslich ist und beim Aussüssen vielleicht der grösste Theil desselben geradezu verloren gehen könnte.

Es kommen im Speichel auch abnorme Bestandtheile vor und zwar wahrscheinlich öfter, als in vielen andern thierischen Secreten. Es ist nämlich sehr auffallend, dass manche mineralische und organische Substanzen, welche z. B. durch den Urin unverändert oder wenig modificirt an die Aussenwelt wieder abgegeben zu werden pflegen, weit schneller und zwar öfter durch die Speicheldrüsen gehen, ehe sie aus der allgemeinen Säftemasse durch die Nieren ausgeschieden werden. Am leichtesten kann man sich hiervon am Jodkalium überzeugen. Wenn man z. B. nur 5 Gran in Pillenform nimmt, so gibt sich dasselbe weit früher im Speichel zu erkennen als im Harn; man kann dasselbe aber oft noch nach 40 St. in demselben mit Leichtigkeit entdecken.

Auch bei äusserer Anwendung des Jods, z. B. in Salbenform, geht das Jod sehr bald in den Speichel über, und ist dort oft durch Salpetersäure und Stärkmehl nachzuweisen, während diess im Urine nicht gelingt.

Ist Jod in Pillenform genommen worden, so lässt sich dasselbe, nachdem man sich unmittelbar nach dem Verschlingen der Pillen von dessen Abwesenheit im Mundschleime und Speichel überzeugt hat, oft schon nach 10 Minuten nachweisen, während es im Urin erst nach ½ bis 2 Stunden erscheint.

Aehnlich dem Jod verhält sich Brom und Quecksilber und wahrscheinlich mehrere andere speicheltreibende Mittel.

Die Ursache, warum gerade diese Mittel so leicht Speichelfluss erregen, ist wahrscheinlich lediglich darin zu suchen, dass sie durch die Speicheldrüsen aus dem Blute ausgeschieden werden. Möglich, dass auch mehrere organische Sialagoga nur dadurch als solche wirken, dass einzelne ihrer Bestandtheile gleich dem Jod besonders leicht durch die Speicheldrüsen ausgeschieden werden.

Wright und mehrere Andere haben im Speichel bei Mercurialsalivation durchaus kein Quecksilber finden können; ich habe früher viel Gelegenheit ge-

habt, den Speichel von Mercurialspeichelfluss bei der *Rust-Louvrier*'schen Inunctionscur zu untersuchen und constant Quecksilber in solchem Secrete gefunden, und zwar durch trockne Destillation des Speichelrückstandes sowohl als durch einfache Anwendung eines möglich kleinsten Plattenpaars von Kupfer und Zink auf den schwach angesäuerten Speichel. Der Gründe, wesshalb man selbst, wenn vorher sehr viel Quecksilber in den Organismus geführt wurde, kein Quecksilber fand, gibt es mehrere; erstens hat man gewiss sehr oft nur Mundschleim untersucht; denn man kann sich leicht schon durch das Mikroskop, genauer aber durch die chemische Untersuchung überzeugen, dass in der ersten Zeit der Salivation sich in den Sputis fast gar kein Speichel befindet; die Speicheldrüsen sind noch gar nicht afficirt; der Auswurf besteht aus Unmassen von ganzen Fetzen von Epithelium und insbesondere Tonsillarschleim; in solchem Auswurfe habe ich auch kein Quecksilber finden können, selbst nach reichlichem Mercurialgebrauche. Man hat ferner vergessen, dass das Quecksilber mit Wasserdämpfen sich sehr leicht verflüchtigt, und zu schnell und unvorsichtig abgedampft, so dass die allerdings nie sehr grossen Mengen von Quecksilber der Beobachtung entgangen sind.

Wright hat Thieren kohlensaure Alkalien injicirt und darauf das Alkali des Speichels vermehrt gefunden; dagegen vermochte er bei gesunden Thieren durch Injection von Essigsäure oder stark mit Wasser verdünnter Schwefelsäure nie eine saure Reaction des Speichels hervorzurufen.

Auffallend ist es, dass Hunde, denen *Wright* vier Unzen Holzessig oder eine halbe Drachme Schwefelsäure, obwohl mit 4 und 6 Unzen Wasser verdünnt, in die Jugularis injicirte, diesen Eingriff so gut vertrugen, dass die Thiere sich nach kurzer Zeit wieder wohl befanden. *Wright* sah den Speichel darnach sogar alkalischer werden. Mir sind die Thiere bei ähnlichen zu anderm Zwecke angestellten Versuchen sämmtlich zu Grunde gegangen, was sehr leicht erklärlich, da in den Lungencapillaren sehr bald in Folge der Gerinnung oder Gelatinirung des Blutes Stase eintreten musste.

Von dem zufälligen Auftreten von Zucker im Speichel ist schon im 1. Th. S. 298 die Rede gewesen, so auch von dem der Milchsäure, S. 98. Sehr schwierig ist die Frage zu entscheiden, ob wirkliches, durch Hitze coagulables Albumin in einem Speichel vorkomme oder nicht.

Wright nimmt gar zwei verschiedene Arten albuminösen Speichels an; da eigne Erfahrungen uns in dieser Hinsicht abgehen, so wagen wir den Aussprüchen *Wright's* nicht zu widersprechen; allein da *Wright* im normalen Speichel Eiweiss annimmt, welches erwiesener Massen nicht darin vorkommt, der Nachweiss von geringen Mengen Eiweiss aber aus den im 1. Th. geltend gemachten Gründen schwierig, ja oft unmöglich ist, so dürfte unser Zweifel an dem häufigen Vorkommen albuminösen Speichels wohl gerechtfertigt sein.

Gallige Stoffe, namentlich auch Cholesterin, sollen nach *Wright* zuweilen auch in den Speichel übergehen. (Vergl. Th. 1. S. 130.)

Wright hat noch eine grosse Menge Speichelarten unterschieden, welche sich durch heterogene Bestandtheile, z. B. Ammoniak, Salzsäure (?), Kochsalz, Eiter, Blut, übeln Geruch auszeichnen; wir glauben das Verdienstliche der mühevollen Arbeit *Wright's* keineswegs damit herabzusetzen, wenn wir

Wright's Ergebnisse in einer physiologischen Chemie ignoriren; wir glauben, dass die Unterlagen zu diesen Untersuchungen nicht der Art sind, um in exacten Disciplinen, wie Chemie und Physiologie, eine höhere Geltung zu erlangen. Die Beschreibungen und Eintheilungen krankhaften Speichels, z. B. eines galligen, blutigen, eiterartigen, alkalischen neben stinkendem, scharfem, schaumigem, gelatinösem u. s. w. mögen für eine Semiotik ihre Wichtigkeit haben, allein als Unterlagen physiologischer Forschung können sie nicht dienen. Das Unlogische in der Eintheilung sieht wohl jeder; die chemischen Untersuchungen berechtigen oft nicht zu den Schlüssen, die *Wright* daraus gezogen; denn Zucker, Galle, Milchsäure sind z. B. nie mit solcher Sicherheit nachgewiesen, wie die heutige Chemie diess verlangt; auch möchte die neuere Physiologie über scharfen, eitrigen und blutigen Speichel noch nähere Nachweise verlangen, während die neuere Pathologie minder ontologische Begriffsbestimmungen von Krankheiten und dafür genaue physikalisch diagnostische oder anatomische Nachweise fordert. Wir wiederholen, dass wir desshalb keineswegs die vielen interessanten Thatsachen verkennen, mit denen die Wissenschaft durch *Wright's* reiche Erfahrung und ausdauernde Bemühung bereichert worden ist.

Was den sauren Speichel betrifft, so sind darüber bereits eine grosse Anzahl von Beobachtungen angestellt worden; trotz dem ist aber unsre Kenntniss desselben noch sehr mangelhaft; denn trotz der affirmativen Aeusserungen *Wright's* ist z. B. die Milchsäure als Ursache jener sauren Reaction keineswegs nachgewiesen worden. Auch *Prout* [1]) hat keinen entscheidenden Beweis für die Gegenwart dieser Säure beigebracht.

Wir haben im 1. Th. dieses Werks gezeigt, dass die saure Reaction solcher Flüssigkeiten auch von andern Säuren, z. B. mehreren der Buttersäuregruppe, der Milchsäuregruppe und selbst von saurem phosphorsaurem Natron herrühren könne; es ist daher jedenfalls nothwendig, dass die Natur der freien Säure sauren Speichels in einzelnen Krankheitsgruppen erforscht sei, ehe man wagen darf, über den Ablauf der die Krankheit begleitenden chemischen Processe irgend ein Urtheil zu fällen; es ist doch aber wohl der Hauptzweck aller chemischen Untersuchungen thierischer Objecte, aus diesen einen Schluss auf die Art des chemischen Processes im gesunden oder krankhaften Znstande zu ziehen. Die Semiotik begnügt sich allerdings mit der einfachen Angabe, dass in diesen oder jenen Zuständen der Speichel saure Reaction zeige: wir erwähnen daher nur kurz die Zustände, in welchen man bisher den Speichel sauer gefunden hat.

Sauer soll der Speichel sein nach *Donné* [2]) bei entzündlichen Reizungen der ersten Wege, bei Pleuritis, Encephalitis, acuten Rheumatismen, Wechselfiebern, Uterinleiden, nach *L'Heritier* auch bei Magenkrebs. *Wright* nimmt vier Arten sauren Speichels an: a) bei idiopathischen Leiden der Speicheldrüsen, b) bei Vorherrschen von Säuren im Gesammtorganismus in Folge constitutioneller oder sonstiger Ursachen; als solche Leiden führt er an: Scropheln, Phthisis, Rhachitis, Amenorrhöe, entzündlichen Rheumatis-

1) *Prout,* Krankh. des Magens; aus dem Engl. von *Krupp.* Leipz. 1843. S. 175. ff.

2) *Donné,* Histoire physiol. et pathol. de la salive. Paris 1836.

mus u. s. w., c) bei subacuter Entzündung der Magen- und Darmmucosa, d) bei Dyspepsie (sicher ein sehr vager Begriff!). Bei Nervenaffectionen soll dagegen der Speichel nie sauer, sondern oft sehr stark alkalisch gefunden werden. Bei Katarrhen der Magen- und Darmschleimhaut, bei runden Magengeschwüren habe ich sehr oft, wiewohl nicht ohne Ausnahme, den Speichel sauer gefunden, dagegen constant bei Magenkrebs und im Diabetes. Bei Entzündungen der Brustorgane, acutem Rheumatismus, Typhus u. s. w. sah ich [1]) ihn sehr oft auch alkalisch oder völlig neutral. Nach *Donné* und *Frerichs* [2]) rührt die saure Reaction stets von der Mundschleimhaut her, die im abnorm gereizten Zustande stets ein saures Secret liefert.

Der Untersuchung krankhaften Speichels stellt sich gewöhnlich die Schwierigkeit entgegen, sich solchen in der für die chemische Analyse nöthigen Menge zu verschaffen, und diess um so mehr, als der Speichel eine Flüssigkeit ist, die nur sehr wenig feste Bestandtheile enthält. Man sollte darum erwarten, dass der Speichel wenigstens in den Zuständen genauer untersucht sei, in welchen er in Folge eines sg. Speichelflusses in reichlicherer Menge abgesondert wird: allein auch dieses ist nicht der Fall. *Wright* hat zwar eine vortreffliche Darstellung der Fälle geliefert, in welchen ein symptomatischer, ein kritischer oder ein durch künstliche Mittel erregter Ptyalismus vorkommt, allein chemisch und physiologisch brauchbare Analysen vermissen wir nichts desto weniger. Am genauesten ist noch der *Mercurialspeichel* untersucht. Die Erfahrungen *Wright's*, *L'Heritier's*, *Simon's* und meine eignen stimmen in folgenden Punkten völlig überein: Im Anfange der Mercurialsalivation sind die Mundschleimhaut und die Tonsillen mehr afficirt als die Speicheldrüsen, der Auswurf ist daher mehr schleimiger Natur, sehr getrübt durch mehr oder weniger discrete Flocken, specifisch schwerer und reicher an festen Bestandtheilen (natürlich vorzugsweise Epithelium und Schleimkörperchen), als normaler Speichel; derselbe reagirt alkalisch, enthält wenig eigentliches Ptyalin, oft viel Fett und selten nachweisbare Mengen Rhodankalium. Später bei deutlich durch Schmerzen und Geschwulst characterisirter Affection der Speicheldrüsen wird ein weniger trüber Speichel abgesondert, der oft weit weniger feste Bestandtheile enthält als normaler Speichel; auch solcher Speichel pflegt noch alkalische Reaction zu zeigen; das Rhodankalium fehlt öfter, als es gefunden wird; auch diese Art des Mercurialspeichels ist reich an Fett und oft auch an Schleimkörperchen. Von dem Gehalte solchen Speichels an Quecksilber ist schon oben die Rede gewesen.

Als pathologische Producte der Speichelsecretion sind schliesslich

---

1) *Lehmann*, Schmidt's Jahrbb. Bd. 36. S. 185.

2) *Frerichs*, a. a. O. S. 761.

noch die sg. *Speichelsteine* zu erwähnen; diese sind sehr oft analysirt worden, und man hat in ihnen mehr kohlensauren Kalk gefunden, als in irgend einer andern Art von Concrementen. Nachdem wir oben gesehen haben, dass selbst im Speichel fleischfressender Thiere sich Kalk in nicht unerheblicher Menge lose an organische Materie gebunden findet, und dass derselbe so leicht unter der Form von kohlensaurem Kalk abgeschieden wird, kann uns die Bildung und Constitution solcher Excremente nicht auffallend erscheinen.

Was die Menge des innerhalb einer bestimmten Zeit excernirten Speichels betrifft, so sind darüber die Angaben der Autoren ziemlich übereinstimmend, indessen keineswegs so sicher, dass man diesen Gegenstand als festgestellt betrachten dürfte; denn die meisten haben ihren Berechnungen die *Mitscherlich*'schen Angaben zu Grunde gelegt, die der Ausscheidung der einen Parotis eines überdiess noch kranken Menschen entnommen sind. *Mitscherlich's* Beobachtung ist nämlich diese, dass der fragliche Kranke, wenn er 15 Minuten lang willkührlich den Speichel im Munde zusammenzog, aus diesem 6,27 grm. auswarf, durch die Fistel aber in derselben Zeit 0,92 grm. entleerte; ausserdem hat *Mitscherlich* immer nur die unter bestimmten Verhältnissen und in gewissen Zeiten ausgeschiedenen Mengen des Parotidensecrets bestimmt. Man kann nun, wenn man das oben angegebene Verhältniss des Parotidensecrets zu den Ausscheidungen der übrigen speichelliefernden Organe als constant annimmt (was aber mehr als zweifelhaft), darnach die Mengen Speichel berechnen, die innerhalb bestimmter Zeiten oder unter bestimmten physiologischen Verhältnissen ausgeschieden werden. Unter gewöhnlichen Verhältnissen (bei der Spitalkost) fand *M.* die Menge des in 24 Stunden ausgelaufenen Parotidenspeichels schwankend zwischen 46,3 und 74,8 grm. Nähme man das oben angegebene Verhältniss zwischen Parotidenspeichel und den übrigen Secreten als constant an: so würde hiernach im Durchschnitt in 24 St. = 473 grm. Speichel aus den 6 Speicheldrüsen und der Mundschleimhaut abgesondert werden. *Burdach* [1]) berechnet aus den *Mitscherlich*'schen Zahlenangaben die Menge des in 24 St. von einem Erwachsenen ausgesonderten Gesammtspeichels zu zehn Unzen (= 255 grm.). *Valentin* [2]), indem er neben *Mitscherlich's* Angaben die ungefähre Ausbreitung der secernirenden

1) *Burdach,* Physiol. Bd. 1. S. 277 ff.
2) *Valentin,* Physiol. d. Menschen. 1844. Bd. 1. S. 626.

Flächen zum Grunde legt, = 216,4 bis 316,3; *Donné*[1]) nimmt 390 grm., *Thomson*[2]) nur 210 grm. an.

Jacubowitsch hat bei Hunden die Mengen von Speichel bestimmt, welche er aus den einzelnen Quellen dieser Flüssigkeit innerhalb einer Stunde sammeln konnte; er erhielt aus beiden Parotiden 49,2 gr., aus beiden Submaxillardrüsen 38,83 gr. und aus den beiden Orbitaldrüsen, Sublingualdrüsen und der Mundschleimhaut 24,84 gr. Für die innerhalb einer bestimmten Zeit im normalen Zustande abgesonderte Menge Speichel ist aus diesen Bestimmungen nichts zu schliessen; denn abgesehen davon, dass über die Grösse oder das Gewicht der Hunde nichts angegeben ist, *Jacubowitsch* aber (wie aus den Zahlenangaben selbst hervorgeht) Hunde von verschiedener Grösse den Versuchen unterworfen hat: so hat das Ansammeln auch unter so eigenthümlichen Verhältnissen stattgefunden, dass ein Vergleich mit der Menge des Secrets im normalen Zustande nicht möglich ist. Dagegen ist *Jac.* zu dem interessanten Resultate gelangt, dass, so verschieden die Mengen des von den verschiedenen Organen ausgesonderten Speichels sind, doch die festen Bestandtheile und unter ihnen die organischen und anorganischen Substanzen aus den drei verschiedenen Quellen gleich viel betragen; es sind nämlich in den oben angegebenen Mengen von Parotiden-, Submaxillar- und Mundspeichel gleich viel, d. h. nahe an 0,232 gr. fester Bestandtheile und unter diesen 0,080 gr. organischer und 0,152 gr. anorganischer Substanzen enthalten.

Alle Bestimmungen der Menge des innerhalb einer längern Zeit (z. B. in 24 St.) abgesonderten Speichels können höchstens annähernd sein, da die Thätigkeit der speichelbildenden Organe von sehr verschiedenen Einflüssen und Bedingungen abhängig ist. Die gewöhnlichste Veranlassung zu einer reichlichen Speichelabsonderung ist die Aufnahme von Nahrungsmitteln; es hängt aber sehr von deren Natur ab, ob viel oder wenig Speichel in der Mundhöhle zusammenfliesst; trockne und harte Speisen ziehen einen reichlichern Speichelzufluss nach sich, als feuchte und weiche; ja die blosse Bewegung der Unterkinnlade wirkt auf die Secretion; daher Sprechen oder Singen immer von Speichelsecretion begleitet ist. Dass chemische Reize, wie sie von sauren und aromatischen Nahrungsmitteln ausgehen, sowie auch mechanische, wie Kitzeln am Gaumen, eine oft sehr jähe Absonderung bedingen, ist ebenso bekannt, als dass gewisse psychische Einflüsse immer gleichen Erfolg haben. Besonders wichtig ist aber, dass nach dem Genusse von Speisen die Speichelabsonderung noch längere Zeit fortdauert; eine Erscheinung, die weniger von der Fortdauer des Reizes der Speicheldrüsen von der Mundhöhle aus abzuleiten ist, sondern mehr

1) *Donné,* L'Institut. No. 158. p. 59.
2) *Thomson,* Animal Chemistry. Lond. 1843. p. 571.

noch von der Magenverdauung aus durch Vermittlung der Nervenaction bedingt zu werden scheint; denn bringt man in den Magen eines Hundes durch die Magenfistel oder vermittelst einer elastischen Röhre durch den Schlund Nahrungsmittel, so lässt sich neben der Magensaftsecretion ein reichliches Zufliessen von Speichel beobachten.

Um die Menge des für verschiedene Arten von Nahrungsmitteln verwendeten Speichels ungefähr schätzen zu können, stellten *Magendie* und *Rayer* [1]), *Lassaigne* [2]) sowie auch *Cl. Bernard* [3]) Versuche an Pferden an, indem sie den Oesophagus derselben blosslegten, durchschnitten und den hinabgeschluckten Bissen auffingen. Es ergibt sich aus diesen Versuchen, dass Stroh und Heu mit der vier- bis fünffachen Menge Speichels in die Speiseröhre gelangt, stärkmehlreiche Saamen dagegen, z. B. Hafer, mit der gleichen oder anderthalbfachen Menge, frisches grünes Futter aber nur mit der Hälfte seines Gewichts an Speichel, während mit Wasser angerührtes Futter gar keinen Speichel aufzunehmen schien. Es gewinnt somit den Anschein, als ob selbst beim Genusse der Nahrungsmittel die Speichelsecretion nur von deren Natur abhänge und als ob sie beim Verzehren flüssiger oder feuchter Nahrungsmittel gar nicht in Thätigkeit gerathe. Allein wir müssen mit *Frerichs* annehmen, dass selbst im Zustande völliger Ruhe die Speichelsecretion nicht völlig aufhöre; denn obgleich *Mitscherlich* an seinen Kranken nach längerer Nüchternheit und völliger Ruhe kaum eine Spur aus der Fistel abgesonderten Speichels finden konnte, und obgleich man auch an Pferden, denen man eine Speichelfistel angelegt hat, im nüchternen Zustande derselben kaum eine Absonderung bemerkt, so wird dieselbe doch ebensowenig, wie die einer andern Drüse, jemals absolut stillstehen. Darnach jedoch, dass beim Schlafen mit vorgebeugtem Haupte sowie bei Paralyse der Gesichtsmuskeln Speichel und zwar in nicht geringer Menge abgesondert wird, dürfte die normale Secretion in relativer Ruhe nicht beurtheilt werden können, da in diesen beiden Fällen die reichlichere Aussonderung durch eigenthümliche Verhältnisse bedingt wird.

Ueber den physiologischen Werth des Speichels sind die Physiologen fast von jeher verschiedener Ansicht gewesen. Man muss aber dem Speichel im Wesentlichen einen dreifachen Zweck zuschreiben, nämlich einen mechanischen, einen chemischen und einen dynamischen.

Was den *mechanischen* Zweck des Speichels betrifft, so ist derselbe so einleuchtend, dass wohl Niemand im Ernste daran gezweifelt hat; denn dass das Durchfeuchten der trockneren Nahrungsmittel beim Kauen einerseits dazu diene, um dieselben zur Deglutition geschickter zu machen, andrerseits aber auch dazu, sie in einem gewissermassen

1) *Magendie* und *Rayer*, Compt. rend. T. 21. p. 902.
2) *Lassaigne*, Journ. de chim. méd. 1845. p. 472.
3) *Bernard*, Arch. génér. de méd. 4 Sér. T. 13. p. 22.

aufgelockerten Zustande der Einwirkung andrer Verdauungssäfte zugänglicher zu machen, bedarf keines Beweises, da dieses der Augenschein lehrt. Allein es wurde früher auf diese Function der ganze Werth des Speichels beschränkt, eine Ansicht, die neuerdings *Cl. Bernard* durch die eben erwähnten Versuche erwiesen zu haben glaubte. Derselbe hob hervor, dass der Parotidenspeichel seiner dünnflüssigen Beschaffenheit halber mehr dazu diene, die Nahrungsmittel zu durchfeuchten, während das zähflüssige Secret der Submaxillardrüsen den Bissen schleimig überziehe, ihn schlüpfrig und auf diese Weise zur Deglutition geneigter mache.

Wir haben bereits oben gesehen, dass das Secret der Submaxillardrüsen sich durch seine schleimige, zähe Beschaffenheit vor dem Secrete der Parotis auszeichnet, und dass selbst ein Infusum der erstern Drüse sich von dem der Parotis ebenso unterscheidet, wie das Secret der einen Drüse von dem der andern. *Bernard* macht hierbei noch auf die comparativ-anatomische Thatsache aufmerksam, dass diejenigen Thiere, welche ihre Nahrung ungekaut verschlingen, z. B. die Schlangen, Vögel und Reptilien, keine oder nur rudimentäre Parotiden besitzen, während ihre schleimbereitenden Submaxillardrüsen meistens sehr ausgebildet sind.

Die eigentliche Differenz der Ansichten der Forscher concentrirte sich auf die Frage über die chemische Function des Speichels. *Leuchs* hatte zuerst die Erfahrung gemacht, dass Stärkmehl durch Speichel allmählig in Zucker verwandelt werde; spätere Forscher glaubten diese Erfahrung durch directe Versuche bald bestätigen bald widerlegen zu können. In neuerer Zeit erklärte sich *Wright*, gestützt auf eine zahlreiche Menge von Versuchen, ganz entschieden für die chemische Einwirkung des Speichels auf stärkmehlreiche Nahrungsmittel; ja *Mialhe* [1]) glaubte sogar den Stoff gefunden zu haben, welchem jene umwandelnde Kraft allein oder vorzugsweise zukomme; er nannte ihn *Speicheldiastase*. Mehrere Forscher konnten *Wright's* und *Mialhe's* Behauptungen nicht bestätigt finden und lenkten zur weitern Erforschung dieses Gegenstandes ihre Aufmerksamkeit auf die den einzelnen speichelabsondernden Organen entlehnten Secrete. *Magendie* machte zuerst die Erfahrung, dass weder das Secret der Parotiden noch das der Submaxillardrüsen irgend eine Einwirkung auf das Stärkmehl ausübe, dass jedoch der sg. gemischte Speichel des Pferdes, d. h. der aus der Mundhöhle gesammelte, bei der Temperatur des thierischen Körpers rohes und gekochtes Stärkmehl in Zucker umwandle; *Bernard* leitete diese

1) *Mialhe*, Compt. rend. T. 20. p. 247. 367. 954 et 1485.

unbestreitbare Eigenschaft des gemischten Speichels (mochte er von Menschen, Hunden oder Pferden herrühren) lediglich von dem Secrete der Mundschleimhaut her, während *Jacubowitsch* überzeugende Beweise beigebracht hat, dass auch dieses Secret allein jene Fähigkeit nicht besitze, sondern dass diese lediglich dem Gemische von Schleimhaut- und Speicheldrüsensecret (sei dieses künstlich oder natürlich) einzig und allein zukommt. Es kann also nicht länger daran gezweifelt werden, dass der Speichel, sowie er im normalen Zustande den Nahrungsmitteln beigemengt wird, die Fähigkeit besitze, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. Allein noch sind wir desshalb keineswegs berechtigt, mit *Ross* [1]) die Mundhöhle als den Magen für Pflanzenspeisen anzusehen. Selten ist selbst bei den günstigsten Verhältnissen in einem Gemisch von Speichel und gekochtem Stärkmehl unter 5 bis 10 Minuten eine Spur von Zucker nachzuweisen, und es müsste demnach bei dem kurzen Verweilen des Bissens im Munde der Speichel auch im Magen und im Darme seine Wirksamkeit fortsetzen können, soll dieselbe für die physiologische Function des Speichels in Betracht kommen. Diess ist nun aber in der That der Fall; man kann sich leicht von dieser Thatsache an einem Thiere überzeugen, dem eine Magenfistel beigebracht worden ist; reiner Magensaft übt keine Wirkung auf Stärkmehl aus; dagegen lässt sich im Magen eines solchen Thieres, welches 10 bis 15′ vorher Stärkmehlboli verschlungen hat oder dem in die Fistel solche eingebracht worden sind, durch die bekannten Mittel Zucker nachweisen. Es lässt sich also nicht daran zweifeln, dass der Speichel, auch nach seiner Mengung mit andern thierischen Secreten, im Verdauungsrohre noch seine Einwirkung auf die Amylacea fortsetzt.

Trotz der Evidenz, mit welcher die Wirkungsfähigkeit des Speichels auf Amylacea dargethan worden ist, scheint es doch nach einigen andern Thatsachen, dass wir derselben nicht eine allzuhohe Wichtigkeit bei dem Verdauungsprocesse im Allgemeinen beimessen dürfen. Denn lassen wir auch *Budge's* [2]) Erfahrung, der an einem Kaninchen, dem er alle Speicheldrüsen exstirpirt hatte, keine Verdauungsstörung oder mangelhafte Ernährung wahrnehmen konnte, nicht als schlussfertig gelten: so müssen wir doch aus folgenden Gründen die fragliche Wirksamkeit des Speichels als eine ziemlich beschränkte ansehen: die

1) *Ross*, The Lancet January 13. 1844.
2) *Budge*, Rhein. Blätt. Bd. 4. S. 15.

Menge des abgesonderten Speichels hängt nicht von dem Gehalte der Nahrungsmittel an Stärkmehl ab, sondern ist selbst bei diesen höchst gering, sobald sie im flüssigen Zustande in die Mundhöhle gebracht werden; das Nachfliessen von Speichel ist nach dem Verschlingen stark durchfeuchteter Nahrungsmittel sehr gering; dieselben verweilen im Magen so kurze Zeit, dass eine vollständige Umwandlung des Stärkmehls in Zucker schon im Magen unmöglich ist; die Natur hat aber bereits im Duodenum für ein Secret gesorgt, den pankreatischen Saft, der das Umwandlungsvermögen für Stärkmehl in viel höherem Grade besitzt, als der Speichel; Thiere, z. B. Fische, welche stärkmehlhaltige Nahrungsmittel ungekaut verschlingen, besitzen meist nur so rudimentäre Speicheldrüsen, dass deren Speichelabsonderung kaum in Betracht kommt. Aber selbst der pankreatische Saft reicht in der Regel nicht aus, das Stärkmehl vollständig zu metamorphosiren; die Umwandlung geht so langsam von Statten, dass wir in den Excrementen der Fleischfresser nicht blos, sondern auch der Pflanzenfresser nach stärkmehlreichem Futter fast immer noch erhebliche Mengen Stärkmehls nachweisen können. Es scheint demnach mehr von dem subjectiven Ermessen abzuhängen, ob man dem Speichel in dieser Hinsicht eine höhere oder geringere Wichtigkeit beimessen will; in keinem Falle darf aber die Function des Speichels als Saccharificationsmittel überschätzt werden.

Zur Beurtheilung dieses Gegenstandes sind mehr eigne Beobachtungen, eigne Versuche und eigne Kritik nothwendig, als zu der irgend eines andern; denn die besten Beobachter würden sonst kaum zu den extremsten Ansichten verleitet worden sein; die Schwierigkeit, sich ohne eigne Forschung ein bestimmtes Urtheil zu bilden, wird aus folgender theilweise historischen Betrachtung der gesammelten Thatsachen zu ersehen sein. Als einer der entschiedensten Vertheidiger der Digestivkraft des Speichels trat *Wright* [2]) mit einer sehr grossen Anzahl von Versuchen auf, und ich [3]) selbst war früher dieser Ansicht vollkommen zugethan; allein alle Versuche über diesen Gegenstand sind nur mit grosser Vorsicht zu benutzen; denn es kommt bei keiner Untersuchung so oft vor, dass unter scheinbar ganz gleichen Verhältnissen der einzelnen Versuche doch verschiedene Erscheinungen auftreten und namentlich bei quantitativen Bestimmungen nie ganz gleiche Resultate erlangt werden. Besonders stellt sich die Menge des in Zucker verwandelten Stärkmehls oft in gleichzeitig angestellten Versuchen mit demselben Speichel und bei vollkommen gleichen Temperaturen sehr verschieden heraus. Fast immer, selbst wenn man nur sehr wenig Stärkmehl im Verhältniss zum Speichel verwendet, wird

1) *Wright*, a. a. O. S. 60—95.

2) *Lehmann*, Schmidt's Jahrbb. Bd. 37. S. 121—123. Bd. 39. S. 155 ff.

nicht alles Stärkmehl in Zucker verwandelt (wie auch *Jacubowitzsch* zugesteht); erst nach sehr langer Zeit, oft erst nach 16 und 24 St. findet man alles Stärkmehl metamorphosirt; dann ist aber das Stärkmehl nicht etwa blos in Zucker verwandelt, sondern dieser hat schon andere Umwandlungen erlitten; namentlich pflegt sich Milchsäure zu bilden; diese tritt aber nicht etwa erst nach vollendeter Umwandlung des Stärkmehls in Zucker auf, sondern findet sich oft schon, wenn noch sehr grosse Mengen Stärkmehls unverändert sind. Man muss sich aber noch überdiess daran erinnern, dass so viel andere thierische Substanzen unter gewissen Bedingungen ebenfalls die Fähigkeit besitzen, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. *Liebig* hatte schon längst darauf aufmerksam gemacht, dass Leim, eiweissartige und leimgebende Gewebe nach einer gewissen Zeit, wenn sie feucht an der Luft liegen, jene metamorphosirende Fähigkeit erlangen. Später überzeugte sich *Magendie* [1]), dass Aufgüsse von Hirnmasse, Herz, Leber, Lungen und Milz Flüssigkeiten liefern, welche in einigem Grade die Fähigkeit besitzen, Stärkmehl in Dextrin und Zucker zu verwandeln; übrigens fand er auch, dass Blutserum dieselbe Eigenschaft bei 40° erlange, und dass selbst im Blute lebender Thiere gekochtes Stärkmehl sich in Zucker verwandle. *Bernard* [2]) wiederholte also eigentlich nur die Versuche *Liebig's* und *Magendie's*, als er gut präparirte und ausgewaschene Mundschleimhaut der Luft aussetzte und nachher deren Einwirkung auf Amylon nachwies. Diese Thatsachen sind aber nicht mit der Wirkung des gemischten Speichels zu vergleichen; denn derselbe bedarf nicht erst eines längern Zutritts von atmosphärischer Luft, um jene Fähigkeit zu erlangen, und wird in diesem Vermögen nur durch die bekannte Diastase gekeimter Saamen und durch den pankreatischen Saft übertroffen.

Ein andrer Punkt, welcher dem Nichtexperimentator zweifelhaft erscheinen muss, ist die Frage, ob auch saurer Speichel die zuckerbildende Kraft besitze gleich dem alkalischen; eine Frage, welche von *Sebastian, Wright* und *Bernard* bestimmtest verneint wurde, während *Jacubowitzsch* und *Frerichs* dieselbe ebenso bestimmt bejahen. Der Grund, weshalb mir früher, gleich den erstgenannten Forschern, die Umwandlung des Stärkmehls durch Speichel misslungen ist, habe ich aller Bemühungen ungeachtet nicht ausfindig machen können; allein in neuern Versuchen, wo ich frischen mit Essigsäure, Schwefelsäure, Salzsäure oder Salpetersäure versetzten Speichel auf rohes oder gekochtes Stärkmehl einwirken liess, habe ich jedesmal eine ziemlich schleunige Zuckerbildung beobachtet, mich aber zugleich überzeugt, dass Säuren die Digestivkraft des Speichels für Amylon ebensowenig verlangsamen, als Alkalien beschleunigen. Es steht also fest, dass gemischter Speichel, sei er alkalisch oder sauer, mit gleicher Energie auf das Stärkmehl bei übrigens gleicher Temperatur einwirkt. Nur darf man bei Untersuchung dieses Gegenstandes sich nicht direct der *Trommer*'schen Zuckerprobe bedienen; dieselbe würde nämlich in diesem Falle keine Beweiskraft haben, denn nach einer interessanten Erfahrung *Frerichs*' wird von Speichel und Stärkmehl beim Kochen mit Kali und

1) *Magendie*, Compt. rend. 1846. No. 4. p. 189—192.
2) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de méd. T. XIII. p. 10.

Kupfervitriol alsbald Kupferoxydul ausgeschieden; man muss daher die filtrirten Gemische immer vorher durch Behandlung mit Alkohol von einem etwaigen Gehalte an Amylon oder Dextrin befreien, ehe man die *Trommer*'sche Probe anwendet, oder man muss sich andrer Methoden bedienen, um Zucker in dem Gemische nachzuweisen.

Was die Natur des eiweissartigen Stoffs im Speichel betrifft, den *Mialhe Diastase salivaire* nannte, so finden allerdings zahlreiche Aehnlichkeiten zwischen diesem und der Diastase statt, allein eine nähere Untersuchung erweist dennoch die vollkommene Verschiedenheit beider Stoffe. Zur Darstellung dieser Speicheldiastase präcipitirte *Mialhe* menschlichen Speichel mit absolutem Alkohol; das Präcipitat ist der vermeintliche Stoff. Vergleichen wir die Zusammensetzung des Speichels, so finden wir leicht, dass durch Alkohol neben einer Menge von Salzen hauptsächlich Ptyalin und Schleim präcipitirt werden, in dem Gemenge dieser Substanzen glaubt nun *Mialhe* das wirksame Princip des Speichels gefunden zu haben. Ich fand bei Anwendung dieses Gemengs die ausserordentlichen Wirkungen, wie sie *Mialhe* von ihm angiebt (1 Th. sollte 8000 Th. Stärkmehl in kurzer Zeit bei 37° in Zucker verwandeln), keineswegs bestätigt, und obgleich ich früher [1]) etwas Aehnliches gefunden zu haben glaubte, so habe ich mich doch davon überzeugt, dass weder in dem von *Mialhe* noch von mir bezeichneten Stoffgemenge noch in einem andern Theile der Speichelextracte die stärkmehlumwandelnde Kraft concentrirt ist. Indessen wäre es unwissenschaftlich, wollte man das Nachforschen nach dieser Eigenthümlichkeit des Speichels oder vielmehr einer seiner Bestandtheile mit der Fiction einschläfern, dass alle Gährungserreger in Umwandlung begriffene Substanzen seien, und dass eine einzelne in Umwandlung begriffene oder gährungserregende Substanz der chemischen Darstellung und Untersuchung unzugänglich sei. Jede Fiction, welche irgend eine Pforte der Erkenntniss verschliesst, ist verwerflich, so lange nicht eine vollkommen logische Berechtigung dafür da ist. Hätten *Schwann*, *Wasmann* und Andere die Hände ruhig in den Schoss gelegt, in dem Glauben, die Ursache der verdauenden Kraft des Magensaftes sei nicht zu erforschen, so würden wir heute nicht sehr weit in der Kenntniss des Verdauungsprocesses sein. Was übrigens die hypothetische Speicheldiastase betrifft, so war ein Suchen nach derselben nicht absurd, da Speichel weder durch Erhitzen noch durch Alkohol jene Fähigkeit verliert, und so auch das Pepsin seine Kraft beibehält, wenn es auch vorher an Bleisalze gebunden war. Thatsache ist nur, dass weder der nach *Berzelius*, noch nach *Gmelin* dargestellte Speichelstoff, noch das Ptyalin *Wright's* die Fähigkeit haben, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln.

Nachdem, wie oben erwähnt, von *Magendie* und später von *Bernard* nachgewiesen worden war, dass die Secrete einzelner Speicheldrüsen auf Stärkmehl nicht umwandelnd einwirken, hat *Jacubowitsch* unter der Leitung von *Bidder* und *Schmidt* über denselben Gegenstand sehr schöne Versuche ausgeführt, die hier näher zu bezeichnen nicht überflüssig sein dürfte. Er überzeugte sich zunächst, indem er den Zufluss des Secrets der Parotiden und Submaxillardrüsen

1) Im 1. Th. der 1. Aufl. S. 299.

in die Mundhöhle eines Hundes verhinderte, dass das blosse Secret der Mundschleimhaut (gegen *Bernard's* Behauptung) Stärkmehl in Zucker umzuwandeln nicht vermag. Als er dagegen nur das eine Drüsenpaar unterband (also entweder nur das Parotidensecret, oder das der Submaxillendrüsen ausschloss), den Hund nach der Operation erst genesen liess und dann auf die eben beschriebene, von *Bernard* angegebene Methode den aus dem aufgesperrten und herabgesenkten Maule des Hundes auslaufenden Speichel mit Stärkmehl digerirte, so wurde schon im Verlaufe von 5 Minuten etwas Stärkmehl in Zucker umgewandelt. Das Stärkmehl wurde ebenfalls bald umgewandelt, wenn es in Berührung mit einem künstlichen Gemisch der erwähnten Drüsensecrete und Mundschleim oder auch Nasenschleim in Berührung gebracht wurde (blosser Nasenschleim besass diese Eigenschaft nicht). Ein Gemisch der Secrete der Parotiden und Submaxillendrüsen ohne Schleimhautsecret entbehrte dieser Eigenschaft vollkommen.

Zum Beweise der im Magen fortdauernden Wirksamkeit des Speichels auf Stärkmehl stellte derselbe Autor folgende Versuche an: in dem einen Falle liess er einen mit einer Magenfistel versehenen Hund, nachdem derselbe 12 Stunden gehungert hatte, gekochtes Stärkmehl fressen; er fand dann in oft wiederholten Versuchen, dass der aus der Fistel entleerte Mageninhalt Zucker enthielt. Bei einem andern Versuche brachte *Jac.* einem Hunde, dem die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen unterbunden waren, gekochtes Stärkmehl durch die Fistel ein, und fand selbst nach längerer Zeit keinen Zucker im Mageninhalte.

Wright legt einen besonders hohen Werth auf die Alkalescenz des Speichels theils während des Einspeichelns, theils während der Magenverdauung; er schreibt ihm daher noch eine zweite chemische Function zu, nämlich: die in den Magen gebrachte oder dort gebildete übermässige Menge von Säure zu sättigen. Die Thatsache, dass nach dem Genusse saurer Speisen ein alkalischerer Speichel abgesondert wird, ist ganz unläugbar; allein dasselbe geschieht auch nach dem Genusse gewürzter Speisen, spirituöser Getränke und andrer Stimulantien, die nicht, wie die Säuren, durch das Alkali des Speichels gesättigt oder gebunden werden können. Dass der Zweck dieser Absonderung auf Sättigung der freien Säure hinausgehe, dürfte daher um so mehr zu bezweifeln sein, da im Allgemeinen nach den bisherigen Erfahrungen ein Plus von Säure im Magen der Verdauung der stickstoffhaltigen Körper weniger nachtheilig zu sein scheint, als ein Minus derselben. Wir können daher für jetzt nur so viel zugeben, dass, da der Speichel constant während oder nach dem Essen alkalischer wird, ja selbst in den Fällen, wo er im nüchternen Zustande sauer war, und da seine Alkalescenz besonders nach schwerverdaulichen oder scharfen Stoffen zunimmt, dieses Alkali wohl mit zur Erfüllung der Zwecke

des Speichels beitrage; wie diess aber das Alkali vermöge, diess müssen wir zur Zeit dahingestellt sein lassen.

Wright stützt seine Behauptung besonders auf die an sich selbst gemachte Erfahrung, dass, wenn er nach einer reichlichen Mahlzeit immerwährend ausspuckte, sich bei ihm eine copiöse und schmerzhafte Acidität im Magen einstellte (also wohl Sodbrennen?).

Auf andere Kohlenhydrate, ausser Stärkmehl, äussert der Speichel keine umwandelnde Kraft; Rohrzucker, Gummi, Pflanzenschleim und Cellulose bleiben im Speichel völlig unverändert; nur bei den Zuckerarten beobachtet man, wiewohl erst nach längerer Digestion, bei höherer Temperatur Milchsäure- und endlich auch Buttersäurebildung.

Auf eiweissartige oder leimgebende Nahrungsmittel ist der Speichel ohne alle Einwirkung; er vermag höchstens dieselben gleich reinem Wasser aufzulockern und sie der Einwirkung des Magensaftes zugänglicher zu machen.

Wright glaubte sich durch zahlreiche Versuche überzeugt zu haben, dass Fleisch mit Speichel digerirt weit mehr corrodirt und aufgelockert werde, als bei Digestion mit Wasser; aus diesen und ähnlichen Versuchen schloss er, dass der Speichel wesentlich mit zur Verdauung der Animalien beitrage; allein genauere und öfter wiederholte Versuche von *Jacubowitsch* sowohl als von *Frerichs* haben diese Ansicht als durchaus irrig erwiesen.

Bernard und *Barreswil* [1]) glaubten sich nach einigen von ihnen ausgeführten Versuchen zu folgendem Ausspruche berechtigt: Le suc gastrique, le fluide pancreatique et la salive renferment un même principe organique, actif dans la digestion: mais c'est seulement la nature de la réaction chimique, qui fait differer le rôle physiologique de chacun de ces liquides, et qui determine leur aptitude digestive pour tel ou tel principe alimentaire.

Hätten nicht die vortrefflichen Versuche von *Jacubowitsch*, sowie die von *Frerichs* diese Ansicht völlig widerlegt, so würde jeder sich von deren Unhaltbarkeit leicht durch einfache Wiederholung der von *Bernard* und *Barreswil* angestellten Versuche überzeugen können.

Liebig hat den Gedanken ausgesprochen, dass der Speichel vermöge seiner Geneigtheit zur Schaumbildung dazu bestimmt sei, atmosphärische Luft in den Magen und Darmkanal überzuführen. Nun hat zwar *Wright* und nach ihm Andere erwiesen, dass durch Auswerfen erhaltener (also hinlänglich mit Luft in Berührung gekommener) Speichel Amylon auch ohne weitern Sauerstoffzutritt umwandle, und *Valentin* [2]) ganz richtig hervorgehoben, dass zur Verdauung der Animalien durch Magensaft kein Sauerstoffzutritt nöthig sei, Thatsachen,

1) *Bernard* und *Barreswil*, Compt. rend. T. 21. p. 88.
2) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. des M. Bd. 1. S. 286.

die man gegen *Liebig's* Ansicht hat geltend machen wollen: allein man hätte erwägen sollen, dass die eben bezeichneten Versuche keineswegs mit der Genauigkeit und in der Absicht angestellt worden sind, um allen Sauerstoffzutritt auszuschliessen, und dass sie deshalb *Liebig's* Behauptung gar nicht zu widerlegen im Stande sind; dazu kommt, dass wir gewisse Processe, z. B. die Weingährung, kennen, bei denen nur die genauesten Versuche die Nothwendigkeit eines geringen Zutritts von Sauerstoff nachzuweisen vermochten. Uebrigens spricht die Thatsache, dass nur gemischter Speichel, d. i. zugleich solcher, der mit atmosphärischer Luft in Berührung war, Stärkmehl umzuwandeln vermag, gewiss eher für als gegen *Liebig's* Meinung. Und wenn auch in der That der mit dem Speichel unfehlbar in die ersten Wege übergehende Sauerstoff auf die Verdauung im Magen ohne allen Einfluss sein sollte, so ist der Nutzen des Sauerstoffs im Darmkanale doch leicht zu begreifen, wenn auch noch nicht speciell nachzuweisen. Dass Gase im Darmkanale vorkommen, wissen wir, so auch, dass diese Gase reich an Kohlensäure, oft auch an Wasserstoffverbindungen sind; die Bildung der letztern, die bei ihrem Uebergange ins Blut sehr nachtheilige Folgen äussern müssten, wird und muss durch die Gegenwart freien Sauerstoffs ausserordentlich beschränkt werden. Nach den Gesetzen des Gasaustausches muss durch die Gegenwart von Sauerstoff im Darme dem Blute weniger Sauerstoff entzogen und demselben weniger Kohlensäure und Wasserstoff zugeführt werden.

Für eine der vorzüglichsten Functionen des Speichels erklärt *Wright* auch die vermeintliche Fähigkeit desselben, als nothwendiger Reiz für den Magen zu dienen, vermöge dessen der Digestionsprocess mächtig gefördert werde. Wir haben uns schon oft gegen die dynamischen Erklärungen physiologischer Erscheinungen ausgesprochen; unsre Ansicht ist die, dass ohne Chemismus auch die Nervenwirkungen nicht von Statten gehen können, dass also immer, wenn das Dynamische sich auf das Nervensystem beziehen soll, bestimmte chemische Beziehungen zum Erweise einer solchen Wirkung geltend gemacht werden müssen. Am wenigsten dünkt es uns aber passend, dem immerhin unlautern Begriff „Reiz" in der physiologischen Chemie irgend eine Geltung zu gestatten. Wurde frischer Speichel durch die Magenfistel in den Magen eines Hundes gebracht, so bemerkte ich eine nicht mehr und nicht minder reichliche Absonderung von Magensaft, als wenn andere schleimige Flüssigkeiten in den Magen gebracht wurden; einen eigenthümlichen Reiz kann man bei solchen Versuchen

nicht beobachten; noch weniger dürfte aber der Reiz des Speichels zur Magenverdauung nothwendig sein, da feste Substanzen und hauptsächlich stickstoffhaltige Nahrungsmittel an und für sich eine weit reichlichere Absonderung von Magensaft veranlassen, als reiner Speichel.

Wright brachte in den Magen hungernder Hunde durch eine Kautschukröhre 3 bis 10 Unzen Speichel; er beobachtete dann nach 10 Minuten Contraction der Bauchmuskeln, Unruhe, Würgen und Erbrechen. Ich brachte allerdings höchstens nur 2 Unzen frischen menschlichen Speichels in den Magen eines Hundes durch die Fistel, fand aber keine der von *Wright* erwähnten Erscheinungen; selbst 6 Unzen Parotidenspeichel des Pferdes vertrug der Hund sehr gut. Auf das Erbrechen ist bekanntlich bei Hunden nicht viel zu geben, da diese bei den geringsten Veranlassungen sich erbrechen und oft das Erbrochene wieder fressen und gut vertragen. Die Menge Speichel, welche *Wright* verwendete und die nicht so schnell gesammelt werden konnte, deutet schon darauf hin, dass *Wright's* „normaler Speichel" wahrscheinlich schon in Zersetzung übergegangen war und deshalb jene abnormen Erscheinungen bei Hunden veranlasste.

Wright unterscheidet übrigens noch passive Functionen des Speichels: a) er unterstützt nämlich den Geschmacksinn; b) er begünstigt den Ausdruck der Stimme; c) er reinigt die Mundschleimhaut und stillt den Durst (?).

Am Schlusse der Betrachtung des Speichels können wir nicht ganz unerwähnt lassen, dass *Wright* die alte von *Eberle*[1]) und *Hünefeld*[2]) noch gehegte Ansicht, dass Speichel, namentlich wüthender Thiere oder zorniger Menschen, ins Blut gebracht, eine Anzahl höchst bedenklicher krankhafter Symptome und darunter besonders Hydrophobie hervorrufe, durch Experimente erwiesen zu haben glaubte, indem er Thieren Speichel ins Blut injicirte. Mit *Prinz* von mir an Hunden mit menschlichem und Pferdespeichel angestellte Versuche, die ziemlich in der Weise von *Wright*, nur mit filtrirtem Speichel angestellt wurden, liessen nie an Hunden selbst, wenn sie erkrankten, das Symptom der Wasserscheu wahrnehmen, und noch weniger gelang es uns, bei den Sectionen solcher Thiere ähnliche pathologisch-anatomische Erscheinungen (namentlich nicht im Magen der Thiere) zu erkennen, wie man sie bei den Sectionen wirklich toller Hunde zu finden pflegt. *Jacubowitsch*[3]) hat aber auch diesem Gegenstande eine genauere Aufmerksamkeit gewidmet und sehr sorgfältige Versuche angestellt, welche nicht nur die Behauptungen *Wright's* widerlegten, sondern auch gleichzeitig die Gründe der durch jene Versuche veranlassten Irrungen darlegten. Die Resultate der Versuche von *Jacubowitsch* sind nämlich folgende: Menschlicher Speichel, selbst in grösster Menge in den Magen von Hunden ge-

1) *Eberle*, Physiol. der Verdauung. Würzburg 1834. S. 28.
2) *Hünefeld*, Chemie u. Medicin. S. 52.
3) *Jacubowitsch*, a. a. O. S. 42—47.

bracht, bringt durchaus keine krankhaften Erscheinungen hervor; nicht filtrirter Speichel in die Venen injicirt bedingt Erstickungserscheinungen, filtrirter Speichel (frei von Epithelien oder andern morphologischen Theilen, die die Capillargefässe des kleinen Kreislaufs verstopfen könnten) kann ohne Nachtheil injicirt werden. Beim Tabackrauchen gesammelter Speichel enthält empyreumatische Substanzen, welche, wenn Speichel in den Magen oder in die Venen gebracht wird, Erscheinungen von Narkose hervorrufen. *Hertwig* [1]) hat aber durch viele Versuche nachgewiesen, dass selbst der Speichel wuthkranker Hunde, wenn er andern Thieren in den Magen gebracht oder eingeimpft wird, die Wasserscheu zu erzeugen nicht vermöge.

Magensaft.

Die Flüssigkeit, welche sich im Magen ansammelt, wenn Speisen in denselben gelangen, ist im reinen Zustande vollkommen klar und durchsichtig, dünnflüssig, fast gänzlich farblos, höchstens sehr schwach gelblich gefärbt, von sehr schwachem, eigenthümlichem Geruche und kaum bemerkbarem, salzig-säuerlichem Geschmacke, wenig schwerer als Wasser; morphologische Elemente sind in ihm nur spärlich wahrzunehmen, sie bestehen theils aus unveränderten Zellen der Magensaftdrüsen, theils aus deren Kernen, theils auch aus feiner moleculärer Materie, die durch Zerfallen jener Elemente entstanden ist. Ihre Reaction ist sehr sauer; durch Kochen wird sie nicht getrübt; bei Neutralisation mit Alkalien ist zuweilen eine geringe Trübung zu bemerken. Vor den meisten andern thierischen Flüssigkeiten zeichnet sich der Magensaft dadurch aus, dass er sehr lange Zeit unzersetzt bleibt, und, selbst wenn Schimmelbildung eingetreten ist, immer noch seine wesentlichste Eigenschaft, d. i. sein Verdauungsvermögen, beibehält.

Die beste Methode, sich möglichst reinen Magensaft zu verschaffen, ist die: Hunden, denen man künstlich Magenfisteln beigebracht hat, leicht zu zerkauende Knochen zu fressen zu geben, nach Verlauf von 5 bis 10 Minuten den äusseren Verschluss der Fistel zu öffnen, mittelst Trichters und Sonde den ausfliessenden Saft zu sammeln und diesen durch Filtriren von Schleimflocken und etwaigen Speiseresten zu trennen. Es ist hierbei aber allerdings ein Uebelstand, dass solchem Magensafte immer eine nicht unbedeutende Menge Speichel beigemengt ist.

---

1) *Hertwig*, Beiträge zur nähern Kenntniss der Wuthkrankheit. Berlin 1829. S. 156.

Früher kannte man kein andres Mittel, sich Magensaft in einigermassen brauchbarer Menge zu verschaffen, als dieses: Thiere, die längere Zeit nichts gefressen hatten, zu füttern und sie nach 10 bis 30 Minuten zu tödten. Hat man Knochen, Sehnen oder grössre Stücken Fleisch gefüttert, so findet man im Magen des Thieres in der Regel einen Magensaft, der zur Untersuchung recht wohl verwendbar ist, da er alle Eigenschaften eines anderweit gesammelten, normalen Magensaftes besitzt; haben die Thiere vorher lange gehungert, so pflegt etwas mehr Schleim beigemengt zu sein; eine andere Verschiedenheit habe ich nicht gefunden. *Tiedemann* und *Gmelin* haben nur so gesammelten Magensaft zu ihren Untersuchungen benutzt, indem sie jedoch anstatt der genannten Nahrungsmittel auch reizende oder unlösliche Substanzen (Pfefferkörner, Kieselsteine) benutzten.

Zu bemerken ist, dass diese Methode bei Carnivoren und Omnivoren sehr gut anwendbar ist, nicht aber bei Herbivoren (wenn diese auch nicht wiederkäuend sind); denn bei letztern, namentlich Kaninchen, findet man oft auch nach dem längsten Hungern (selbst wenn man sie durch Inanition getödtet hat) den Magen immer noch von Nahrungsresten einigermassen erfüllt; man erhält daher auf die vorerwähnte Weise nie einen reinen, nur speichelhaltigen, Magensaft. Es versteht sich übrigens von selbst, dass diese Methode deshalb nicht sehr brauchbar ist, weil man nach ihr immer nur wenig Magensaft gewinnt, und eine grössere Anzahl von Thieren getödtet werden muss, um eine zur Untersuchung ausreichende Menge zu erhalten.

Spallanzani, *Braconnot*, *Leuret* und *Lassaigne* verschafften sich, ohne die Thiere zu tödten, dadurch Magensaft, dass sie ihnen Schwämme verschlucken liessen, die, an einer Schnur befestigt, nach einiger Zeit wieder aus dem Magen der Thiere herausgezogen werden konnten. Obgleich die genannten Forscher mittelst dieser Methode manche schöne Beobachtung gemacht und überhaupt viel Aufklärung über den räthselhaften Verdauungssaft verbreitet haben, so liegen doch die Misslichkeiten, welche diese Methode mit sich bringt, wohl so auf der Hand, dass wir dieselben nicht erst namhaft zu machen brauchen. Das Misslichste aber ist, dass hierdurch nicht nur ein sehr unreiner Magensaft gesammelt wird, sondern dass die gewonnene Menge ebenfalls nur sehr gering ist.

Die dritte und beste Methode ist die oben erwähnte, welche auf Anlegung künstlicher Magenfisteln beruht. Nachdem *Beaumont*[1]) nämlich an einem Manne, bei dem sich in Folge einer Schusswunde eine Magenfistel gebildet hatte, die vortrefflichsten und entscheidendsten Beobachtungen über die Magenverdauung angestellt hatte, kam *Blondlot*[2]) zuerst auf den Gedanken, solche Fisteln bei Hunden zu erzeugen. Die Anlegung jener Fisteln ist mir wenigstens keineswegs so leicht geworden, wie diess *Blondlot* beschreibt. Es können eine Menge Fälle eintreten, durch welche ein glückliches Resultat der Operation verfehlt wird. Besonders hebe ich hervor, dass die Hunde die Ligatur und das Klötzchen, an welchem der durch den Magen gehende Drath befestigt ist, in der Regel abkauen und den Drath herauszerren, so dass eine Ruptur des Magens ent-

1) *Beaumont*, Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston 1834.

2) *Blondlot*, Traité analytique de la digestion, considérée particulièrement dans l'homme et dans les animaux vertebrés. Nancy et Paris 1843.

steht, deren Folgen unfehlbar den Tod des Thieres mit sich bringen. Oft hilft hiergegen die bestangelegte, verkleisterte Bandage nichts, wenn man das Thier nicht geradezu so festbindet, dass es sich nicht bewegen kann. Dieses grausame Verfahren muss aber ziemlich lange fortgesetzt werden, da die spätere Anwendung von Pressschwämmen zur Erweiterung der Fistel gleiche Vorsichtsmassregeln erfordert. Ich kann daher aus eigner Erfahrung nur die von *Bardeleben* [1]) angegebene Methode zur Anlegung solcher Fisteln empfehlen, durch welche die erwähnten und noch viele andere Uebelstände des *Blondlot*'schen Verfahren vermieden werden.

Man verfährt darnach am besten auf folgende Weise: von dem Processus xiphoïdes schneidet man nach dem Nabel hin 2 Zoll gerade in der Linea alba ein, öffnet nach vollständiger Trennung der Bauchdecken das Peritonäum in einer gleichen Länge und fasst dann mit 2 Fingern den Magen (der, wenn das Thier kurz vorher etwas gefressen hat, sehr leicht zu erreichen ist), bildet eine ungefähr 1 Zoll lange Falte (in der nicht zu grosse Blutgefässe verlaufen dürfen), zieht mittelst einer starken Nadel einen Bindfaden durch die Falte, befestigt diesen an einem über die Wunde quergelegtem Hölzchen und schliesst die Wunde durch Knopfnähte, die natürlich die Bauchmuskeln mit fassen müssen; dabei muss die Falte des Magens in dem dem Nabel zunächst gelegenen Wundwinkel eingeklemmt sein. Damit nun der erste Faden die Falte bei der oft sehr heftigen Brechbewegung, wobei der Magen gewaltsam nach innen gezogen wird, nicht durchschneide, ist es sehr wichtig, nach der Angabe von *Bardeleben*, noch einen doppelten Faden durch Bauchmuskeln und Magenfalte zu ziehen und die beiden Enden des einen Fadens nach vorn um den künstlichen Magenvorfall, die des andern aber nach hinten um eben denselben festzubinden. Die Wunde erfordert dann keine weitre Behandlung, (die bei dem *Blondlot*'schen Verfahren höchst beschwerlich ist); das Lecken und Knabbern der Hunde schadet nichts, da gerade dadurch die Wunde nur rein gehalten wird. Das eingeklemmte Stück Magen wird bald (am 3. bis 5. Tage) brandig, stösst sich ab, und die Fistel ist fertig. Weit schwieriger ist es, eine passende Canüle in die Fistel einzubringen, so dass diese weder herausfällt noch zu stark presst, noch auch Flüssigkeit aus dem Magen, wenn sie verschlossen ist, heraustreten lässt. Auch hierzu hat *Bardeleben* einen sehr einfachen und brauchbaren Apparat angegeben, nämlich eine nur an einem Ende mit einem hervorragenden Rande versehene Röhre von Argentan, ungefähr ¾ Zoll lang (nicht eine einem Doppelknopf ähnliche, wie sie *Blondlot* anwendet); in diese Röhre passen 2 Doppelhaken ein, deren Verbindungsstück so lang ist, wie die Canüle selbst; durch einen gutschliessenden Kork werden diese Haken so an die Wände der Canüle angedrückt, dass ein Herausfallen des ganzen Apparats aus der Wunde unmöglich wird. In Bezug der weitern Manipulation muss ich auf *Bardeleben's* Mittheilung verweisen.

Der reine, filtrirte Magensaft enthält nur wenig feste Bestandtheile, nämlich 1,05 bis 1,48 %; daher sind auch dieselben, namentlich die organischen, noch sehr wenig untersucht.

Berzelius fand in einer Probe des von *Beaumont* gesammelten menschlichen Magensaftes = 1,27% fester Bestandtheile; in dem eines Hundes *Blondlot* = 1,000 %, *Leuret* und *Lassaigne* dagegen 1,32, *Frerichs* in dem eines Pferdes = 1,72 %. Die oben genannten Zahlen habe ich aus Versuchen an Magensaft verschiedener Hunde entlehnt; jedoch ist zu bemerken, dass der Magensaft beim Eindampfen nicht blos Wasser, sondern auch verhältnissmässig viel Salzsäure verliert, wie weiter unten aus den dort mitgetheilten Versuchen zu ersehen ist. *Tiedemann* und *Gmelin* fanden daher in dem Magensafte eines Hundes, dem vorher kohlensaurer Kalk beigebracht worden war, (wegen zurückgehaltner Salzsäure und gebildeten Chlorcalciums) 1,95 % fester Bestandtheile.

1) *Bardeleben*, Ros. u. Wund. Arch. f. phys. Hlk. Bd. 8. S. 1—7.

Ueber die Natur der freien Säure des Magensaftes ist man bis auf die neueste Zeit sehr verschiedner Meinung gewesen. Nach *Prout*, der zuerst brauchbare chemische Untersuchungen über den Magensaft anstellte, nahm man lange Zeit die Gegenwart freier Salzsäure in demselben als erwiesen an; es ist aber bereits im 1. Th. S. 97 nachgewiesen worden, dass freie Milchsäure vorherrschend im Magen enthalten ist.

Ueber den seltnern Gehalt des Magensaftes an Flusssäure, an Essigsäure und Buttersäure ist ebenfalls bereits im 1. Th. unter den betreffenden Säuren das Nöthige erwähnt worden; wir haben nur hinzuzufügen, dass es neuerdings *Frerichs* gelungen ist, im Magen eines nüchternen Pferdes und Hammels gleich *Tiedemann* und *Gmelin* Buttersäure nachzuweisen.

Was die Menge der freien Säure im Magensafte betrifft, so habe ich durch Eintrocknen des Magensafts im Vacuo und Auffangen der entweichenden Chlorwasserstoffsäure (vergl. 1. Th. S. 97) in 6 Versuchen 0,098 bis 0,132 % gefunden; im Rückstand fand sich alsdann noch 0,320 bis 0,585 % freier Milchsäure, so dass, wenn wir nur die Milchsäure als frei bestehend im Magensafte annehmen, darin 0,561 bis 0,908 % enthalten sein würden.

Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass die Menge der freien Säure des Magensaftes ebenso variabel ist, als die des Alkalis im Speichel; indessen sieht jeder ein, der sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigt hat, dass diese Zahlen nur einen ungefähren Begriff von der Menge Säure im Magensafte geben können; denn abgesehen davon, dass der aus einer Magenfistel gesammelte Saft nie ganz rein erhalten wird, so äussert sicher auch die Methode, die Absonderung hervorzurufen, wesentlichen Einfluss auf die Constitution des Secrets. Den bezüglichen Magensaft sammelte ich von 3 Hunden zu sehr verschiedenen Zeiten und zwar so, dass ich dieselben nach 12stündigem Hungern fettige Knochen fressen liess und 10 bis 25′ nachher den Magensaft sammelte; es wurde aber durch Wiederholung des gleichen Verfahrens erst nach und nach die zur Analyse nöthige Menge Magensaft gesammelt, so dass gewissermassen jede der 6 Bestimmungen ein Mittelresultat gab. Die Summe der freien Säure des filtrirten Magensaftes bestimmte ich dadurch, dass ich denselben durch kohlensauren Baryt sättigte und aus dem darnach durch Schwefelsäure gefällten schwefelsauren Baryt die Menge der freien Milchsäure berechnete.

Blondlot glaubte irrthümlicher Weise gefunden zu haben, dass Magensaft kohlensauren Kalk nicht zerlege, und schloss hieraus, dass die saure Reaction des Magensafts nur von saurem phosphorsaurem Kalk herrühren könne; *Dumas*, *Melsens* und *Bernard* fanden, dass nicht nur kohlensaurer, sondern auch basisch phosphorsaurer Kalk, ja dass selbst Zink und Eisen unter Wasserstoffentwicklung vom Magensafte aufgelöst werden, Eigenschaften, die eine Lösung sauren phosphorsauren Kalks nicht besitzt.

Der feste Rückstand des Magensaftes enthält neben Milchsäure ausserordentlich viel Chlormetalle, und zwar ausser Chlornatrium geringere Mengen von Chlorcalcium und Chlormagnesium nebst Spuren von Eisenchlorür.

Beim Verdunsten des Magensaftes erhält man einen Rückstand, der aus Kochsalzkrystallen besteht, die nur von einer gelblichen, syrupösen Masse befeuchtet sind; die letztere enthält hauptsächlich milchsaures Natron. Die Gegenwart von Eisenchlorür ist fast immer leicht durch Kaliumeisencyanid in dem stark eingedampften Magensafte nachzuweisen.

Phosphorsaurer Kalk ist im filtrirten Magensafte nur in geringen Mengen vorhanden.

Im schleim- oder zellenhaltigen Safte wird dieses Salz gewöhnlich in grösserer Menge gefunden, sobald man es aus der Asche des Rückstandes bestimmt.

Schwefelsaure und phosphorsaure Alkalien sind in dem reinen Magensafte nicht nachzuweisen, ebensowenig Ammoniaksalze.

Dampft man frischen Magensaft über Talkerdehydrat ab, extrahirt den Rückstand mit Alkohol, so müsste entweder Ammoniak entweichen (was nicht beobachtet wird) oder Salmiak und milchsaures Ammoniak in die alkoholische Lösung übergehen; fällt man aus dieser mit Schwefelsäure die Basen, so findet sich in dem Präcipitate keine Spur von Ammoniak. Hätte aber das Ammoniak sich etwa mit der Talkerde verbunden zu dem bekannten Tripelphosphat, so würde solches bei weiterer Behandlung des in Alkohol unlöslichen Rückstandes durch die mikroskopische Untersuchung leicht zu entdecken gewesen sein; denn wurde auch dieser Rückstand mit etwas Phosphorsäure und ammoniakfreier Salzsäure versetzt und die Lösung mit Talkerde digerirt, so bildete sich dennoch das bekannte Tripelphosphat nicht. Ich kann daher nur glauben, dass der von *Braconnot, Tiedemann* und *Gmelin* und Anderen gefundene Salmiak erst durch die chemische Behandlung und zwar in Folge der Einwirkung der freien Salzsäure auf Schleim oder eine andere stickstoffhaltige Thiersubstanz entstanden sei.

Ausser den Mineralsubstanzen finden sich im Magensafte auch einige organische Substanzen, welche jedoch ihrer höchst geringen Menge wegen sehr wenig untersucht sind; nämlich eine in Wasser und absolutem Alkohol lösliche Substanz (sonst Osmazom genannt) und eine nur in Wasser auflösliche, durch Alkohol, Gerbsäure, Quecksilberchlorid und Bleisalze mehr oder weniger vollständig fällbare Materie; die letztre, welche wohl selbst mehr ein Gemeng discreter Substanzen ist, bildet das eigenthümliche Verdauungsprincip, welches beim Kochen seiner Lösung seine Fähigkeit, Proteïnkörper und leimgebende Stoffe umzuwandeln, zwar verliert, aber nicht (wie man aus

dem Verhalten künstlichen Magensafts früher schloss) beim Erhitzen gleich Eiweiss gerinnt.

Das Verhältniss der Mineralbestandtheile des Magensaftes zu den organischen ist ziemlich schwankend; im Magensafte eines Pferdes fand *Gmelin* 1,05% organische und 0,55% anorganische Bestandtheile, *Frerichs* dagegen 0,98% organische und 0,74% anorganische, in dem eines Hundes der letztere 0,72% organische und 0,43% anorganische, ich 0,86% bis 99% organische und 0,38 bis 0,56% anorganische Materie.

Unter künstlichem Magensafte versteht man eine Flüssigkeit, welche durch besondre Behandlung der Drüsenhaut des Magens mit verdünnter Salzsäure erhalten worden ist, und die Haupteigenschaft mit dem natürlichen Magensafte gemein hat, stickstoffhaltige Nahrungsmittel in lösliche, nicht coagulirbare Stoffe umzuwandeln.

Nachdem *Eberle* [1]) zuerst dargethan hatte, dass dem Magensafte auch ausserhalb des thierischen Körpers die Fähigkeit verbleibe, eigenthümliche Veränderungen der Speisen hervorzubringen, und dass durch Digestion der Magenschleimhaut mit höchst verdünnten Säuren eine Flüssigkeit erhalten werde, welche wahrhaftes Verdauungsvermögen besitze, wurde von *Schwann* [2]) nachgewiesen, dass einerseits die Fähigkeit, mit Säuren ein Verdauungsgemisch zu liefern, nur der Drüsenhaut des Magens zukomme, und dass aus dieser sich eine durch Quecksilberchlorid präcipitirbare Substanz darstellen lasse, welche das Verdauungsvermögen in hohem Grade besitze. *Schwann* nannte die letztere Substanz *Pepsin*. *Wasmann* [3]), der noch ausführlicher als *Schwann* die Quelle des Magensaftes und des fraglichen Pepsins aus dem von ihm sorgfältig untersuchten und beschriebenen Magensaftdrüsen nachwies, suchte auch ein reineres Pepsin darzustellen.

Derselbe verfuhr auf folgende Weise: die Drüsenhaut des Schweinsmagens, welche sich hauptsächlich von der grossen Curvatur nach der Cardia hin erstreckt, ward sorgfältig abpräparirt und, ohne zerschnitten zu sein, gewaschen, dann mit destillirtem Wasser bei 30 bis 35° digerirt; nach einigen Stunden die abgeschäumte Flüssigkeit weggeschüttet, die Haut von Neuem mit kaltem Wasser abgewaschen, der Rückstand kalt mit ungefähr 6 Unzen destillirten Wassers digerirt und wiederholt ausgewaschen, bis sich ein fauliger Geruch zu zeigen anfing. Die filtrirte Flüssigkeit war durchsichtig, schleimig und ohne Reaction; dieselbe ward nun mit essigsaurem Bleioxyd oder Quecksilberchlorid gefällt, sorgfältig ausgesüsst und durch Schwefelwasserstoff wieder zersetzt; aus der wässrigen Lösung wurde durch Alkohol das Pepsin in weissen Flocken gefällt.

Das auf diese Weise erhaltene Pepsin bildet trocken eine gelbe, gummiartige, wenig hygroskopische Masse, die in feuchtem Zustande weiss und volu-

1) *Eberle*, Physiologie der Verdauung. Würzburg 1834.
2) *Schwann*, Pogg. Ann. Bd. 38. S. 358.
3) *Wasmann*, de digestione nonnulla, diss. inaug. Berol. 1839.

minös ist, sich leicht in Wasser löst, und stets etwas freie Säure zurückhält, so dass es immer Lackmus röthet; durch Alkohol wird es aus der wässrigen Lösung gefällt; Mineralsäuren trüben die Lösung des neutralisirten Pepsins, lösen bei mehr Zusatz von Säure die Trübung wieder auf, und scheiden es bei Ueberschuss von Säure wieder in Flocken aus; durch Metallsalze wird es nur unvollständig gefällt, aber gar nicht durch Kaliumeisencyanür; dagegen soll das Pepsin durch Kochen coagulirt werden, was, wie *Frerichs* nachgewiesen hat, nicht dem Pepsin, sondern dem diesem beigemengten Eiweiss zuzuschreiben ist.

Dieser Stoff besitzt die metamorphosirende Kraft in so hohem Grade, dass nach *Wasmann* eine Lösung, die nur $^1/_{60000}$ davon enthält, bei schwacher Ansäuerung coagulirtes Eiweiss in 6 bis 8 Stunden auflöst. Diese Eigenschaft verliert das Pepsin nach *Wasmann* nicht durch Alkohol so wie *Schwann* von dem seinigen berichtete; wohl geht sie aber verloren, wenn die Lösung gekocht oder mit Kali vorsichtig neutralisirt wird; in beiden Fällen trübt sich die Flüssigkeit.

Fast gleichzeitig mit *Wasmann* wurden von *Pappenheim* [1]) und *Valentin* [2]) und später von *Elsässer* [3]) ähnliche Versuche mit künstlichem Magensafte über das verdauende Princip angestellt, die im Allgemeinen zu denselben Resultaten führten; rein für die chemische Analyse konnte das Pepsin jedoch bis auf den heutigen Tag nicht dargestellt werden.

Da sich nach dem *Wasmann*'schen Verfahren dem künstlichen Magensafte immer faulige Theile ebensowohl als verdaute Gewebspartikeln beimischen, so schlug ich [4]) folgenden Weg ein, um eine möglichst reine Verdauungsflüssigkeit zu gewinnen:

Von dem gehörig gereinigten Magen eben getödteter Schweine ward der Theil der Schleimhaut abpräparirt, welcher hauptsächlich die Magensaftdrüsen enthält.

Da dieses Schleimhautstück noch eine ziemlich dichte Lage von submucösem Bindegewebe oder der sogenannten Gefässhaut enthält, von welcher die Magensaftdrüschen gewissermassen zusammengehalten werden, so darf auch dieses nicht unmittelbar zur Darstellung der Verdauungsflüssigkeit verwendet werden, weil sich sonst derselben eine Menge verdauter Leimsubstanz beimengen würde. Gänzlich lässt sich freilich dieser Uebelstand nicht vermeiden, da sich bei jeder Behandlungsweise dem Drüseninhalte heterogene Gewebselemente beimischen werden. Um aber den Drüseninhalt so rein als möglich zu erhalten, wird das fragliche Schleimhautstück, nachdem es ein bis zwei Stunden bei gewöhnlicher Temperatur in destillirtem Wasser gelegen, mit einem stumpfen Messer oder Spatel gelind abgeschabt, wobei man auf der Klinge einen blassgrauröthlichen, zähen Schleim erhält; dieser wird in destillirtes Wasser gebracht und unter öfterem Umschütteln 2 bis 3 Stunden bei gewöhnlicher Tempe-

1) *Pappenheim,* zur Kenntniss der Verdauung. Breslau 1839.

2) *Valentin,* Repert. B. 1. S. 46.

3) *Elsässer,* Magenerweichung der Säuglinge. Stuttgart und Tübingen 1846. S. 68 ff.

4) *Lehmann,* Ber. d. Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig. 1849. S 10.

ratur stehen gelassen; dann erst wird etwas freie Säure zugefügt und das Gemisch eine halbe bis eine ganze Stunde lang im Brütofen einer Temperatur von 35° bis 38° C. ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit hat die Flüssigkeit viel von ihrer Zähigkeit verloren und ist nur noch wenig getrübt; sie geht leicht durchs Filter und liefert dann eine vollkommen limpide, kaum schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit.

Diese und ähnliche künstliche Gemische können recht wohl dazu dienen, wie auch die Erfahrung sattsam gelehrt hat, verschiedene Bedingungen und Erscheinungen der Verdauung zu erforschen: allein zu Versuchen, das eigentliche verdauende Princip oder den Complex von Stoffen, welcher dasselbe constituirt, von den unwesentlichen Beimengungen möglichst zu trennen und es der chemischen Analyse zugänglich zu machen, sind sie bei weitem weniger geeignet, als der aus dem lebenden Thiere entlehnte Magensaft. Enthält letzterer auch immer etwas Speichel beigemengt, so ist dieser einer genauern Untersuchung des Magensaftes doch bei weitem weniger hinderlich, als das Eiweiss und die verschiedenen Peptone in den künstlichen Verdauungsmitteln. Gelänge es auch das Eiweiss zu entfernen, so würden die Peptone doch in alle Lösungen und alle Präcipitate dem verdauenden Principe folgen. Leider ist diess selbst mit dem natürlichen Magensafte, wiewohl in weit geringerm Grade, der Fall; denn auch dieser ist nie völlig frei von Pepton zu erhalten; es scheint uns aber trotzdem das Bemühen vieler Forscher keineswegs verdammenswerth, durch wiederholte Forschungen das verdauende Princip immer mehr einzukreisen, so dass es endlich gelingen kann, einen chemischen Ausdruck für diese Substanz, sei sie darstellbar oder nicht, aufzufinden. *Frerichs* hat in seiner classischen Abhandlung über die Verdauung auch hier schon den richtigen Weg gefunden, der, wie es scheint, allein noch zum Ziele führen kann, indem er natürlichen Magensaft mit Alkohol fällte; fügt man nicht zu viel Alkohol hinzu, so bleibt der grösste Theil der Peptone und auch des wässrigen Extractivstoffs des Speichels in Lösung, freilich auch etwas Pepsin. Das Präcipitat löst sich ziemlich leicht in Wasser, und wird daraus durch Quecksilberchlorid, Zinnchlorür, basisch essigsaures Bleioxyd und Gerbsäure gefällt, nur unvollständig von neutralem essigsaurem Bleioxyd; beim Kochen trübt es sich nicht, hat mit verdünnter Salzsäure oder Milchsäure versetzt stark verdauende Eigenschaften, verliert dieselben aber gleich dem Magensafte durch Kochen, durch absoluten Alkohol, durch Neutralisation mit Alkalien; in alkalischer Lösung geht es sehr leicht in Fäulniss über, in neutraler ist es namentlich zur Schimmelbildung sehr geneigt; erhält sich aber, angesäuert, sehr lange Zeit unzersetzt, ganz wie nativer Magensaft. *Frerichs* hat nachgewiesen, dass jene durch Alkohol präcipitirten Flocken schwefel- und stickstoffhaltig sind.

Ueber die eigentliche Quelle des Pepsins, über die sogenannten Magensaft- oder Labdrüsen und deren Inhalt, wird in dem histologisch-chemischen Theile dieses Werks ausführlicheres mitgetheilt werden.

Eine sehr interessante Ansicht über die Natur des Verdauungsprincipes hat *C. Schmidt*[1]) aufgestellt; derselbe betrachtete jenes nämlich als eine

1) *C. Schmidt*, de digestionis natura etc. Diss. inaug. Dorp. Liv. 1846 und Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 22—24.

gepaarte Säure, deren negativer Bestandtheil Salzsäure, deren Paarling aber *Wasmann's* säurefreies oder coagulirtes Pepsin sei; diese copulirte Säure besitze einfacher Weise die Eigenschaft mit Albumin, Glutin, Chondrin u. s. w. lösliche Verbindungen einzugehen, gleiche aber unter den copulirten Säuren insbesondere der Holzschwefelsäure; wie diese in Dextrin und Schwefelsäure, so zerfalle die *Pepsinchlorwasserstoffsäure* bei 100° in *Wasmann's* coagulirtes Pepsin und Salzsäure; ebensowenig wie jene könne diese aus ihren nähern Bestandtheilen, wenn dieselben einmal getrennt seien, wiederhergestellt werden. Würde die complexe Säure mit Alkali zusammengebracht, so falle der mit Salzsäure verbunden gewesene Stoff, der Paarling, nieder. Dass ein künstliches Verdauungsgemisch, durch welches nichts mehr verdaut wird, auf Zusatz freier Säure wieder die lösende und verdauende Kraft erlange, glaubte *Schmidt* daher ableiten zu können, dass durch die eben zugesetzte Salzsäure die Pepsinchlorwasserstoffsäure aus ihrer Verbindung mit dem Albumin u. s. w. ausgetrieben würde und so ihre frühern Eigenschaften wieder erlange, während die zugesetzte Salzsäure mit dem Albumin u. dgl. die bekannten löslichen salzsauren Verbindungen eingehe. Durch wiederholten Zusatz von Salzsäure würde ein Verdauungsgemisch oder diese Pepsinchlorwasserstoffsäure die verdauende Kraft bis ins Unendliche bewahren, wenn nicht einerseits die Flüssigkeit sich allmählig mit den gelösten Stoffen sättigte und andrerseits die gepaarte Säure selbst sich zersetzte.

So geistreich diese Ansicht *Schmidt's* ist, ja so schlagend einige Gründe für dieselbe zu sprechen scheinen, so stehen ihrer Richtigkeit doch einige gewichtige Umstände entgegen: die Existenz jener Pepsinchlorwasserstoffsäure ist durch keine Analyse weder einer Verbindung mit einer Mineralbase noch mit einer albuminösen Substanz erwiesen worden; nach den von mir[1]) angestellten, zahlreichen Versuchen über die quantitativen Verhältnisse der Verdauungsmittel zu den verdauten Substanzen finden zwischen Säure und verdauter Substanz keine solchen Proportionen statt, welche mit den gewöhnlichen, wenn auch mehrfachen (sauren und basischen) Verbindungen von Säure und Base in irgend einen Einklang zu bringen wären; endlich verhalten sich die von der Säure getrennten, sg. verdauten Stoffe (die Peptone), durchaus verschieden von dem ursprünglichen Albumin, Fibrin, Caseïn u. s. w., Stoffen, die doch nach *Schmidt* sich ganz einfach mit jener complexen Säure verbinden und dadurch unmittelbar gelöst werden sollten. Die nähern Nachweise für diese Gegengründe werden sich aus der weitern Betrachtung über die Peptone u. s. w. von selbst ergeben.

Ueber abnorme Bestandtheile des Magensaftes, wie sie unter gewissen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen auftreten können, ist sehr wenig bekannt. Wir wissen, dass im normalen Zustande, wenn der Magen leer ist, sich derselbe mit einer Schleimschicht überzieht, welche ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist. Dieser *Schleim* sammelt sich namentlich bei Magenkatarrh in grösserer Menge an und zeigt bei der chemischen Untersuchung wenig Ver-

1) *Lehmann*, a. e. a. O.

schiedenheit von dem Schleimsafte andrer Schleimhäute; wie dieser besitzt er das Verdauungsvermögen nach Zusatz freier Säure nur in geringem Grade; dagegen scheint er selbst im Magen zum Theil schon in Zersetzung überzugehen und später bei Zutritt von stärkmehl- oder zuckerhaltigen Speisen abnorme Gährungsprocesse, wie *Essig-*, *Butter-* und *Milchsäuregährung* hervorzurufen; die Magencontenta enthalten dann weit mehr freie Säure, als sich je bei der normalen Verdauung vorfindet. Insbesondere werden durch die Gegenwart von Fett die beiden letztern Gährungsprocesse befördert; es entsteht Sodbrennen, Würgen und Erbrechen. Durch die revulsorischen Bewegungen des Darmtractus wird zugleich Galle in den Magen übergeführt, die der Verdauung ein neues Hinderniss entgegensetzt. *Gallenstoffe* lassen sich aber eigentlich nicht als abnormen Bestandtheil des Magensaftes ansehen, da dieselben gewiss nie aus derselben Quelle, wie der Magensaft hervorgehen: indessen findet man dieselben so häufig, dass ich nur wenig Sectionen gestorbener Menschen und selbst gesunder, eben getödteter Thiere angestellt habe, in deren Magencontentis (namentlich den nach dem Pylorus zu gelegenen) ich nicht Gallenbestandtheile gefunden hätte.

Bei Sectionen findet man die Magencontenta, zuweilen auch die bei Magenkatarrh ausgebrochenen Massen, auffallender Weise in ihren äusseren Lagen, d. h. denen, welche den Magenwänden zugekehrt waren, völlig neutral, ja sogar alkalisch, während die innern Theile oft sehr stark saure Reaction zeigen; diese für den ersten Blick sonderbare Erscheinung findet leicht darin ihre Deutung, dass mit der mangelnden Absonderung von Magensaft auch die Bewegungen des Magens so gering gewesen sind, dass die Contenta nicht gehörig unter einander gemengt wurden, und dass daher die innern Theile entweder in eine der erwähnten sauren Gährungen übergegangen sind oder die den Speisen ursprünglich eigenthümliche saure Reaction nur beibehalten haben.

Es scheint, als ob in dem Thierkörper heterogene Stoffe wie durch die Speicheldrüsen, so auch durch die Magensaftdrüsen wiederholt einen Kreislauf machten, ehe sie durch die Nieren abgeschieden oder vorher anderweit verändert werden. Darauf deuten wenigstens die Versuche von *Bernard*[1]), der Rhodankalium und Eisenchloridlösung in verschiedene Venen desselben Hundes injicirte und erst im Magensafte die Bildung von Eisenrhodanid beobachtete.

Am bekanntesten ist die Beobachtung, dass *Harnstoff* bei Urämie oder Exstirpation der Nieren von den Magensaftdrüsen mit ausgesondert wird.

---

1) *Bernard*, Arch. génér. de méd. T. XI. p. 310.

Seit *Nysten* (vergl. d. 1. Th. S. 172) ist die Erfahrung öfter gemacht worden, dass in den bei Urämie als Folge von Bright'scher Krankheit oder der Cholera ausgebrochenen Massen sich Harnstoff vorfand. *Bernard* und *Barreswil*[1]) haben in dieser Hinsicht ein Paar interessante Versuche angestellt. Sie fanden nämlich nach der Exstirpation der Nieren bei Hunden, dass im Anfange der Harnretention im Blute mit dem Magensaft kein Harnstoff, dagegen sehr viel Salmiak ausgeschieden wurde, ohne dass der Magensaft etwa minder sauer als normaler gefunden wurde; dagegen war es bemerkenswerth, dass hier der Magensaft ohne den Reiz durch Nahrungsmittel, also im nüchternen Zustande der Hunde, in reichlicher Menge ausgesondert worden war. Im Blute fanden sie, so lange der Magensaft sauer blieb, keinen Harnstoff; derselbe fand sich jedoch im Blute, sobald sich am Hunde erheblichere krankhafte Symptome einstellten; in diesem letztern Falle wurde nur wenig Magensaft und zwar rein alkalischer abgesondert, der viel kohlensaures Ammoniak enthielt.

Ich habe zweimal Ausgebrochenes untersucht und darin Harnstoff gefunden, ohne dass an den Kranken die Erscheinungen der Urämie beobachtet worden waren; das Ausgebrochene hatte deutlichen Harngeruch und enthielt auch Harnsäure; es stellte sich heraus, dass die Kranken, hysterische Mädchen, ihren eigenen Harn getrunken und Harnretention simulirt hatten. *Rayer*[2]) erzählt einen ähnlichen Fall. Entsprechend *Bernard's* Experimenten, findet man sehr gewöhnlich in dem Ausgebrochenen, besonders aber in den Magencontentis der Leiche kohlensaures Ammoniak; bei der zur Cholera oder zur Bright'schen Krankheit sich zugesellenden Symptomengruppe, welche man Urämie zu nennen pflegt, habe ich die Magencontenta und das Ausgebrochene stets stark alkalisch und zwar sehr reich an kohlensaurem Ammoniak (aber niemals Harnstoff) gefunden. Dagegen muss die Symptomengruppe: Urämie doch noch in etwas anderm als in der blossen Zersetzung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak ihren Grund haben; denn wenn ich Katzen oder Hunden verdünnte Lösungen von kohlensaurem Ammoniak in verschiedenen Proportionen injicirte, so traten Convulsionen und bei stärkerer Dosis tetanische Krämpfe ein, die bekanntlich nicht zu den gewöhnlichen Erscheinungen der Urämie gehören, während bei keinem der beiden sich so leicht erbrechenden Thierarten Vomitus eintrat. Der Magen wurde meist nur schwach geröthet gefunden und am Schleimgehalte desselben keine wesentliche Veränderung beobachtet.

Ueber die Quantität des täglich secernirten Magensaftes lässt sich bis jetzt nicht einmal ein ungefähres Urtheil fällen; denn es fehlt uns hierzu noch an allen Unterlagen. Wir wissen nur, dass im gesunden Zustande seine Absonderung lediglich von der Aufnahme der Speisen abhängig ist, und dass gewisse Speisen einen reichlicheren, andre einen weniger reichlichen Erguss des Magensaftes bewirken. Es gibt Substanzen, z. B. Zucker, aromatische Stoffe, Weingeist und Alkalien, welche, in den Magen gebracht, augenblicklich eine fast überströmende Absonderung von Magensaft bewirken, während andre Stoffe, z. B. Animalien, durch die längere Dauer ihres Verweilens im Magen allmählig eine weit grössere Menge Magensaft zu ihrer Umwandlung erfordern.

---

1) *Bernard* und *Barreswil*, Arch. génér. de méd. 1847. p. 449—465.

2) *Rayer*, Maladies des reins. p. 285.

Nach meinen Erfahrungen sind 100 grm. frischer Magensaft eines Hundes im Stande, im Durchschnitt nicht mehr als 5 grm. geronnenes Eiweiss (als trocken berechnet), aufzulösen; nehmen wir nun an, dass ein Erwachsener in 24 Stunden ungefähr 100 grm. eiweissartiger Substanz aufnimmt, so würden allein zu deren Verdauung 2000 grm. oder 4 Pfd Magensaft abgesondert werden müssen. Bei der Betrachtung des Verdauungs- und Ernährungsprocesses werden wir auf diesen Gegenstand zurückkommen, daher hier nur diese Andeutung genügen möge.

Ueber die physiologische Function des Magensaftes kann nach dem Gesagten kein Zweifel mehr sein. Der Magensaft dient dazu, die stickstoffhaltigen Stoffe, wie Proteïnverbindungen und deren Derivate nicht bloss aufzulösen, sondern auch sie zu modificiren. Man glaubte in früherer Zeit, der Magensaft sei nur dazu bestimmt, die unlöslichen und coagulirten Substanzen in die entsprechenden löslichen Stoffe zu verwandeln, die löslichen aber völlig unverändert zu lassen, um sie auf diese Weise der Resorption fähig zu machen und zu erhalten. Hatte man sich später auch davon überzeugt, dass das Caseïn durch den Magensaft erst coagulirt werde, um durch denselben dann wieder in eine lösliche Materie umgewandelt zu werden, so glaubte man doch, dass das lösliche Albumin keiner Umwandlung bedürfe und einer solchen auch nicht unterliege, um resorbirt oder, wie man sich ausdrückte, assimilirt zu werden (*Tiedemann* und *Gmelin*). Dagegen lehrt uns die positive Untersuchung der Producte, welche aus der Verdauung hervorgehen, dass durch die Einwirkung des natürlichen oder des künstlichen Magensaftes auf Proteïnkörper oder leimgebende Substanzen durchaus neue Stoffe gebildet werden, welche zwar in ihrer chemischen Zusammensetzung und manchen ihrer physikalischen Eigenschaften mit ihren Mutterstoffen übereinstimmen, sich aber von diesen nicht bloss durch ihre leichte Löslichkeit (in Wasser und selbst in verdünntem Alkohol), sondern auch durch ihren Mangel an Gerinnbarkeit und Gelatinirbarkeit ebensowohl als durch die Unfähigkeit, mit den meisten Metallsalzen unlösliche Verbindungen einzugehen, wesentlich unterscheiden. Die Bildung dieser Stoffe, die wir Peptone nennen wollen, geht durch die Einwirkung des Magensaftes vor sich, ohne dass eine Gasexhalation noch eine Gasabsorption stattfindet, noch dass irgend ein andres Nebenproduct gebildet wird.

Beaumont war der erste, welcher darauf aufmerksam machte, dass auch das nicht geronnene Eiweiss im Magen eine Veränderung erleidet, obgleich *Tiedemann* und *Gmelin* und später *Blondlot* aus ihren Versuchen auf das Gegentheil schliessen zu müssen glaubten. Man kann sich aber sehr leicht überzeugen, dass Blutserum ebensowohl als das mit Wasser angerührte und filtrirte

Albumin der Eier durch den Magensaft ebenso gut wie durch jede andre verdünnte Säure stark getrübt wird; der Magensaft, sei es natürlicher oder künstlicher, wirkt alsdann allerdings oft wenig oder gar nicht auf das Eiweiss weiter ein, da ja eben durch den partiellen oder totalen Verlust der freien Säure sein Verdauungsvermögen verloren gegangen ist. Setzt man aber von neuem freie Säure zu, so erkennt man (wenn man nicht, wie *Blondlot* für das Eiweiss, zu geringe Mengen Magensaft verwendet hat) die allmählige Umwandlung des Albumins an der Verminderung der Menge coagulirbarer Substanz; endlich zeigt die Flüssigkeit weder durch Siedehitze, noch durch Salpetersäure, noch sonst durch etwas eine Spur von gewöhnlichem Albumin mehr an. Ganz dieselbe Wahrnehmung lässt sich bei der natürlichen Verdauung machen. Beobachtet man nämlich den Mageninhalt von Hunden, die, mit Magenfisteln versehen, solche Eiweisslösungen verschluckt haben, so ist der Mageninhalt anfangs nur von schwach saurer Reaction (ob klar oder getrübt durch theilweise Präcipitation des Eiweisses lässt sich wegen steten Schleimgehalts der Magencontenta nicht entscheiden); sehr bald aber, schon nach 5 bis 10 Minuten, ist so viel Magensaft abgesondert worden, dass das Alkali des löslichen Eiweisses nicht blos gesättigt, sondern auch das ganze Verdauungsgemisch stark saure Reaction angenommen hat. Auch hier lässt sich allmälige Abnahme coagulirbarer Materie nachweisen. Dass aber, wie *Tiedemann* und *Gmelin* beobachteten, ein Theil Albumin uncoagulirt in den Dünndarm auch im normalen Zustande übergehen könne, wage ich nicht in Abrede zu stellen. *Mialhe*[1]) hat sich auch von der Metamorphose des löslichen Albumins bei der Magenverdauung überzeugt. Was das Verdauungsproduct des löslichen Albumins betrifft, so habe ich mit denjenigen Mitteln, die uns bis jetzt noch zur Analyse dieser so complexen Stoffe, wie die Proteïnkörper, zu Gebote stehen, keinen Unterschied zwischen den Peptonen des löslichen und des coagulirten Albumins finden können.

Schwann nannte nach der damaligen Bezeichnungsweise die Stoffe, welche aus der Verdauung des Eiweisses hervorgehen, *Osmazom* und *Speichelstoff*; *Mialhe*, welcher zuerst nachwies, dass ein einziger, leicht löslicher Stoff aus der Verdauung des Albumins oder andrer Proteïnkörper hervorgehe, ertheilte diesem den Namen *Albuminose*. Auf die Eigenschaften des Eiweisspeptons werden wir weiter unten zurückkommen.

Das Fibrin des Blutes wird vom Magensafte nicht etwa in einer ähnlichen Weise aufgelöst, wie etwa von Salpeterwasser (vergl. 1. Th. S. 360), sondern es wird in eine nicht coagulirbare, lösliche Substanz verwandelt, *Fibrinpepton*.

Dass das lösliche Caseïn im Magen erst coagulirt werde, ehe es der eigentlichen Verdauung unterliegt, ist eine schon alte Erfahrung, die namentlich durch die Beobachtung an ausgebrochener Milch und die bekannte Eigenschaft des Kalbsmagens, Caseïn zur Gerinnung zu bringen, erhärtet wurde. Neuere Beobachtungen konnten dem nichts weiter hinzufügen, als dass das so geronnene Caseïn im Allgemeinen längerer Zeit zu seiner Auflösung bedarf, als die meisten andern Proteïnkörper, und dass auch hier wie bei den andern, die leichtere oder schwerere Verdaulichkeit hauptsächlich von dem Aggregatzustande abhängt, in

1) *Mialhe*, Journ. de Pharm. et de Ch. 3 Sér. T. 10. p. 161—167.

welchem es ausgeschieden worden ist, daher z. B. nach *Elsässer*[1]) das mehr gallertartig gerinnende Caseïn der Frauenmilch leichter verdaut wird, als das klumpig zäh coagulirte Caseïn der Kuhmilch.

Globulin, Vitellin, Legumin und andre Proteïnkörper verhalten sich meinen Erfahrungen nach bei der natürlichen wie künstlichen Verdauung ganz ähnlich dem Albumin.

Auffallend ist es, dass Glutin, Chondrin und leimgebende Gewebe bei ihrer Verdauung im Magen in Stoffe umgewandelt werden, die in ihren physikalischen und den meisten ihrer chemischen Eigenschaften den Peptonen der Proteïnkörper vollkommen entsprechen. Der Grad der Löslichkeit dieser Stoffe ist aber wesentlich von mechanischen Verhältnissen abhängig; bereits gebildeter Leim ist leichter metamorphosirbar, als Zellgewebe; dieses aber bei weitem leichter, als Sehnen und Knorpel; ja letztere pflegen in der Regel nicht so lange im Magen zu verbleiben, um vollkommen verdaut zu werden, sondern gehen selbst grossentheils unverdaut mit den Excrementen wieder ab.

Von der Verdaulichkeit der gemischten Nahrungsmittel und einzelner thierischer Gewebe wird bei der Betrachtung des Verdauungsprocesses im Ganzen die Rede sein.

Was nun aber die mehrerwähnten Peptone betrifft, so hat man diesen bisher nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt; ja man wusste über deren physisches und chemisches Verhalten bis auf *Mialhe* so gut wie gar nichts. *Mialhe* sah irriger Weise die aus der Verdauung von Proteïnkörpern sowohl als leimgebenden Geweben hervorgehenden löslichen Substanzen für vollkommen identisch an. Folgende Eigenschaften, die *Mialhe* seiner Albuminose zuschreibt, sind allerdings richtig beobachtet und den meisten der Peptone gemein: im festen Zustande sind die verdauten Substanzen weiss oder schwachgelblich, von geringem Geschmack und Geruch, leicht löslich in Wasser, auch etwas in Spiritus, aber völlig unlöslich in absolutem Alkohol. Die wässrigen Lösungen dieser Stoffe werden nicht gefällt durch Kochen, Säuren oder Alkalien, wohl aber durch Metallsalze sowie durch Chlor und Gerbsäure.

Meinen eignen Untersuchungen nach sind sämmtliche Peptone weisse, amorphe Körper, ohne allen Geruch und höchstens von schleimigem Geschmacke, fast in jedem Verhältnisse in Wasser löslich, unlöslich in Alkohol von 83%; ihre wässrigen Lösungen röthen Lakmus; sie verbinden sich leicht mit Basen und zwar mit Alkalien ebensowohl als mit Erden zu neutralen in Wasser sehr leicht löslichen Salzen. Die wässrigen Lösungen dieser Salze werden nur durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid und mit Aetzammoniak versetztes essigsaures Bleioxyd gefällt; dagegen bewirken alle andern Metallsalze und selbst salpetersaures Silberoxyd oder Alaun keine Niederschläge, selbst basisch essigsaures Bleioxyd bedingt nur eine geringe Trübung, welche durch einen Ueberschuss des Reagens wieder aufgelöst wird. Säuren, organische wie mineralische, bewirken weder im concentrirten noch im höchst verdünnten Zustande Fällungen oder Trübungen, auch Chromsäure nicht; durch Kaliumeisencyanür oder Cyanid entstehen aus den mit Essigsäure angesäuerten Lösungen nur geringe Trübungen.

---

1) *Elsässer*, die Magenerweichung der Säuglinge. Stuttg. u. Tüb. 1846.

Die Peptone ganz von Mineralstoffen zu befreien, gelang mir nicht; jedoch erhielt ich sie frei von phosphorsauren und salzsauren Salzen, so dass die Asche nur kohlensaures Alkali oder kohlensauren Kalk nebst etwas schwefelsaurem Alkali enthielt. Was zunächst den Schwefelgehalt der Peptone betrifft, so fand ich denselben constant gleich dem der Muttersubstanzen, d. h. z. B. im Pepton aus Eiereiweiss nach Abzug des Alkalis oder Kalks im Mittel von 3 Versuchen (1,579, 1,659 und 1,600) = 1,602% Schwefel, also zufällig fast bis auf die Decimalen mit den *Mulder*'schen Bestimmungen des Schwefelgehalts des Eieralbumins übereinstimmend. Dieser Schwefel scheint aber in dem Pepton ganz in derselben Form wie im Albumin enthalten zu sein, wenigstens gibt jenes, mit Alkalien behandelt, gegen Bleisalze wie gegen Silberblech dieselbe sehr deutliche Schwefelreaction. Im Stickstoffgehalte habe ich bei wiederholten Analysen ebensowenig als im Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte einen Unterschied von den entsprechenden Muttersubstanzen wahrnehmen können; aus meinen Elementaranalysen kann ich nicht einmal schliessen, dass die Umwandlung der Proteïnkörper in Peptone unter Aufnahme von Wasser geschehe, was man zu glauben geneigt sein möchte; die Umwandlung ist höchstens der des Stärkmehls in Dextrin oder besser vielleicht der der Cholsäure (Cholals. *Str.*) in Choloïdinsäure zu vergleichen.

Dargestellt wurden von mir die Peptone, indem ich natürlichen Magensaft von Hunden oder künstliche Verdauungsflüssigkeit, aus den Pepsindrüsen von Schweinsmagen gewonnen, mit möglichst rein dargestelltem geronnenem Albumin, Fibrin, Caseïn, Legumin, Glutin und Chondrin so lange bei der nöthigen höhern Temperatur in Berührung liess, bis der grösste Theil der zu verdauenden Substanz in Lösung übergegangen war; hierauf wurde das ganze Gemisch gekocht und filtrirt; die saure Flüssigkeit ward über kohlensaurem Kalk etwas eingedampft, und die darauf wieder filtrirte Flüssigkeit bis zur Honigconsistenz concentrirt. Zusatz von Alkohol (von 83%) präcipitirte die Peptonkalkverbindung, löste aber das Chlorcalcium nebst Chlornatrium auf; das Ungelöste, welches jetzt an der Luft noch sehr hygroskopisch war und leicht firnissähnlich zusammentrat, wurde nun mit absolutem Alkohol ausgekocht und endlich mit alkoholhaltigem Aether heiss extrahirt. Aus der Kalkverbindung liess sich durch kohlensaure Alkalien leicht die Alkaliverbindung darstellen. Wo nicht frei, doch arm an Mineralstoffen, wurden die Peptone erhalten, wenn deren Barytverbindungen durch Schwefelsäure vorsichtig von Baryt oder einem grössern Theile desselben befreit wurden.

Durch kohlensaure Alkalien konnte das Kalkpepton nur theilweise von Kalk, dagegen vollkommen von phosphorsaurem Kalk befreit werden; wurde nämlich die alkalische Peptonlösung von dem durch kohlensaures Kali gefällten kohlensauren Kalk abfiltrirt, mit Essigsäure schwach angesäuert, abgedampft und durch Extraction mit Alkohol von essigsauren Salzen befreit, so gab aus der wässrigen Lösung kohlensaures Natron oder Ammoniak keinen Niederschlag, wohl aber oxalsaures Ammoniak; die Asche bestand fast nur aus kohlensaurem Kalk. Das Eiweisspepton enthielt z. B. alsdann noch 5,53% Kalk. Die Sättigungscapacität des Eiweisspeptons würde demnach = 1,67 und dessen Atomgewicht = 5960 sein.

Ganz ähnliche Resultate habe ich bei der Analyse der andern Peptone erhalten; an einem andern Orte werde ich die nähern Details dieser Untersuchungen ausführlicher mittheilen; es geht aber aus diesen so viel mit Sicherheit hervor, dass die Verdauung der Proteïnverbindungen nicht durch eine einfache Bildung des bekannten salzsauren Eiweisses her-

gestellt wird, wie man früher und neuerdings theilweise wenigstens nach *C. Schmidt* wieder angenommen hat.

Folgende Thatsachen sind noch bemerkenswerth rücksichtlich der *verdauenden Kraft* des Magensaftes: dieselbe wird nämlich *aufgehoben:* durch Kochen, durch Sättigung der freien Säure mit Alkalien oder selbst mit phosphorsaurem Kalk, durch schweflige und arsenige Säure, Gerbsäure, Alaun und die meisten Metallsalze; sehr *gehemmt* wird sie durch Alkalisalze oder Sättigung der Flüssigkeit mit Peptonen oder andern organischen, stickstofffreien und stickstoffhaltigen Substanzen. Zusatz von *Wasser* zu einem Magensafte, der sich bereits mit Pepton gesättigt hat, bewirkt, dass derselbe noch eine grössere Menge von Proteïnstoffen zu verdauen im Stande ist; hergestellt bis zu einem gewissen Grade wird das Verdauungsvermögen auch durch erneuten Zusatz *freier Säure.* Zu viel freie Säure ohne die gehörige Verdünnung mit Wasser hebt das Verdauungsvermögen gänzlich auf; das günstigste Verhältniss der freien Säure des Magensaftes ist dieses, dass 100 Th. Flüssigkeit ungefähr durch 1,25 Th. Kali gesättigt würden. Chlorwasserstoffsäure und Milchsäure sind die einzigen Säuren, welche mit dem Pepsin energisch wirkende Verdauungsflüssigkeiten liefern; Schwefelsäure, Salpetersäure und Essigsäure geben mit Pepsin ein nur schwach wirkendes Verdauungsgemisch, Phosphorsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure u. s. w. können in keiner Weise die Stelle der Milchsäure oder Salzsäure bei der Verdauung vertreten. Fette, in gewisser Menge dem Magensafte zugesetzt, beschleunigen die Umwandlung der Proteïnkörper in Peptone.

Dass schweflige Säure, arsenige Säure, Gerbsäure u. s. w. die verdauende Kraft des Magensaftes aufheben, wird Niemand Wunder nehmen, dem bekannt ist, dass dieselben Stoffe andre Umwandlungsprocesse und besonders die Gährungserscheinungen alsbald aufheben. Nach den chemischen Eigenschaften des Pepsins, welches sich mit Metallsalzen und andern Stoffen chemisch verbindet, war wohl auch kaum ein andrer Erfolg der Einwirkung jener Stoffe auf die peptische Kraft des Magensaftes zu erwarten.

Dass ohne die freie Säure des Magensaftes keine Verdauung möglich ist, hat insbesondere *Wasmann* hervorgehoben, der ja zu der Ansicht geführt wurde, dass „in solo acido" die verdauende Kraft des Magensaftes liege. Diese letztre Ansicht ist indessen durch die Versuche vieler Forscher hinreichend widerlegt worden; wir erinnern z. B. nur an *Blondlot*, glauben aber gezeigt zu haben, dass die Peptone Körper sind, wesentlich verschieden von den löslichen salzsauren und milchsauren Proteïnverbindungen. Der einfachste Versuch kann übrigens jeden davon überzeugen, dass verdünnte Säuren nicht dasselbe leisten, wie Magensaft.

Schon *Elsässer* [1]) hat gezeigt, dass ein Verdauungsgemisch, welches sich bereits mit verdauter Substanz gesättigt und somit seine verdauende Kraft verloren hat, dieselbe zum Theil wieder gewinnt, ebensowohl durch Verdünnung mit Wasser als durch Zusatz freier Säure. Man hat über diese Erfahrungen verschiedene Ansichten aufgestellt (*Elsässer* und *C. Schmidt*), allein es hat mir geschienen, als ob diese Fragen nur durch quantitative Bestimmungen entschieden werden könnten. Ich [2]) habe desshalb in dieser Rücksicht eine Anzahl von Versuchsreihen angestellt, ohne jedoch bis jetzt zu einer bestimmten in Zahlen ausdrückbaren Formel für diese Verhältnisse zu gelangen.

Elsässer hält nach seinen Erfahrungen in einer künstlichen Verdauungsflüssigkeit 3 bis 4% Salzsäure (also wahrscheinlich 1,2 bis 1,6% Chlorwasserstoff) für das günstigste Verhältniss; neben dieser soll die Menge der festen Bestandtheile in derselben nicht mehr als 1,25% betragen.

Wasmann und andre Forscher schreiben meistens der freien Säure im Allgemeinen die peptische Kraft zu. Meine ausführlichen Versuche haben mich aber zu dem oben bezeichneten Resultate geführt, dass andre Säuren mit dem Pepsin nur sehr schwaches Verdauungsvermögen besitzen, ja dass selbst Salzsäure, in der man phosphorsauren Kalk bis zur Sättigung aufgelöst hat, im Verein mit Pepsin keine verdauende Kraft mehr besitzt.

Ueber die Wirksamkeit der neutralen Alkalisalze, namentlich der Chloralkalien, bei der Verdauung ist man früher nach dem Ergebnisse positiver Untersuchungen sehr verschiedener Ansicht gewesen. Ich selbst [3]) glaubte früher gefunden zu haben, dass Zusatz von Kochsalz zum Magensaft die Auflösung von Proteïnkörpern befördere, allein neuere ausführliche Versuche haben mich gelehrt, dass jede Art von neutralen Alkalisalzen der Verdauung ausserordentlich hemmend in den Weg tritt.

Dass Fette die Umwandlung der Proteïnkörper in Peptone sehr befördern, ist bei Versuchen an lebenden Thieren, ferner mit künstlichem sowie mit natürlichem Magensafte sehr leicht nachzuweisen [4]). Auch *Elsässer* hat diese Beobachtung bestätigt.

Die Erfahrungen der meisten Forscher kommen darin überein, dass der Magensaft ohne bemerkbare Einwirkung auf die gewöhnlichen *stickstofflosen Nahrungsmittel* ist. Die Fette können zwar selbst, wie oben erwähnt, einen Einfluss auf die Verdauung im Magen ausüben, erleiden aber selbst keine nachweisbare chemische Veränderung. Auch Stärkmehl, Gummi und Zucker unterliegen durch reinen Magensaft bei der Wärme des Thierkörpers keiner solchen Umwandlung, die der Verdauung der stickstoffhaltigen Körper an die Seite gestellt werden könnte. Auf das Verhalten der gemischten oder natürlichen vege-

1) *Elsässer*, a. e. a. O.
2) *Lehmann*, Ber. der Ak. der Wiss. z. Leipz. 1849. S. 8—50.
3) *Ders.*, a. e. a. O.
4) *Ders.*, Simon's Beitr. Bd. 1. S. 22.

tabilischen Nahrungsmittel kommen wir bei der Betrachtung des Verdauungsprocesses zurück.

Wenn die Fette auf die Verdauung einen Einfluss ausüben, so ist es nicht wohl denkbar, dass sie durch reinen Contact, d. h. ohne alle eigne Veränderung, diese Wirkung hätten; allein die Menge Fett, welche bei dem Verdauungsprocesse auf diese Weise wirkt und modificirt wird, ist so verschwindend klein, dass sie bis jetzt unsern Forschungen entging; es steht aber trotzdem fest, dass der Magen nicht der Ort ist, wo die Verdauung der Fette vor sich geht.

Wir haben bereits oben (S. 36) erwähnt, dass *Bernard* gefunden zu haben glaubte, saurer Speichel verdaue gleich saurem Magensafte Animalien und alkalischer Magensaft gleich alkalischem Speichel Stärkmehl; diese Ansicht ist von *Mialhe* und von *Jacubowitsch* durch positive Versuche widerlegt. Ich habe mich ebenfalls überzeugt, dass weder künstlicher noch natürlicher Magensaft irgend eine Wirkung auf Stärkmehl ausübt, selbst wenn er stark alkalisch gemacht wird. Speichel mit Magensaft gemengt wandelt nach *Jacubowitsch* Stärkmehl in Zucker um, eine Erfahrung, die ich bestätigt gefunden habe, mag das Gemisch sauer, neutral oder alkalisch sein.

Da die Pflanzensubstanzen von Speichel und Magensaft durchdrungen werden, so finden wir sie im Magen aufgeweicht und theilweise aufgelockert; der Magensaft wirkt hier natürlich nur verdauend auf die stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben, während die stickstofflosen Materien im Magen wahrscheinlich nur verarbeitet werden, um im Dünndarme leichter die gewöhnlichen Umwandlungen zu erleiden.

Reiner Magensaft wirkt geradezu den gewöhnlichen Gährungsprocessen entgegen, daher Milchgährung, Essigsäure- und alkoholische Gährung nicht in das Bereich der Magenverdauung fallen, so lange dieser Process ein normaler, ein physiologischer ist. Höchstens dürfte ein Theil in den Magen gebrachten Rohr- oder Milchzuckers in Krümelzucker übergehen.

Galle.

Die Galle verschiedener Thiere zeigt nicht vollkommen gleiche physische Eigenschaften; doch stimmen sie in folgendem ziemlich mit einander überein. Wie gewöhnlich aus der Gallenblase entlehnt, bildet die Galle eine schleimige, fadenziehende, durchscheinende Flüssigkeit von grüner oder brauner Farbe, von bitterem, aber nicht zusammenziehendem, hintennach zuweilen etwas süsslichem Geschmack, von eigenthümlichem Geruche, der namentlich beim Erwärmen der Galle oft lebhaft an Moschus erinnert; ihr specifisches Gewicht schwankt um 1,02; im Wasser vertheilt sich die Galle nur beim Umrühren leicht, sie ist gewöhnlich schwach alkalisch, oft völlig neutral, nur im krankhaften Zustande und zwar da selbst selten sauer. Die gewöhnliche

schleimhaltige Galle geht sehr leicht in Fäulniss über, die schleimfreie schwer oder gar nicht.

Frische Galle von Menschen kann man sich höchstens nur aus den Leichnamen eben hingerichteter Verbrecher verschaffen; die Thiergalle gewinnt man gemeiniglich aus den Gallenblasen eben getödteter Thiere; bei denjenigen Thieren, welche, wie Hirsche, Rehe und andre keine Gallenblase haben, kann man aus den grössern Gallengängen nur selten die zu einer genauern Untersuchung benöthigten Mengen von Galle erhalten. Man hat daher, besonders aber, um die Verhältnisse der Gallensecretion und den Einfluss dieser Flüssigkeit auf die Verdauung zu untersuchen, auch Gallenfisteln angelegt (*Blondlot*[1]), *Schwann*[2]), *C. Schmidt*[3]). Solche Fisteln macht man auf die Weise, dass man, ähnlich wie bei Anlegung einer Magenfistel, die Bauchdecken durchschneidet; nur muss man hier den Schnitt etwas länger machen; hebt dann den untern Rand des linken Leberlappens etwas in die Höhe und sucht den Ductus choledochus an seiner Einmündungsstelle ins Duodenum; hat das Thier eine Gallenblase, so unterbindet man am besten jenen Gallengang doppelt und schneidet ein Stück desselben heraus, alle Galle muss nun durch den Ductus cysticus in die Gallenblase sich ergiessen. Letztere wird nun von ihrer Anheftung an der Leber so gut als möglich und so weit als nöthig gelöst, aus der Bauchhöhle hervorgezogen, etwa vorgefallene Darmtheile zurückgebracht und die Wunde, wie bei Anlegung einer Magenfistel, durch starke Knopfnähte geschlossen, die Gallenblase wird alsdann eingeschnitten, und ganz in ähnlicher Weise wie der Magen an die äussern Wundränder befestigt. Nach dieser Operation pflegen, da sie weit eingreifender ist, die Thiere öfter in Folge von Peritonitis und Enteritis zu Grunde zu gehen als nach Anlegung einer Magenfistel. Will man den Ductus choledochus unmittelbar nach aussen führen, so ist die Prognose für die Operation noch ungünstiger, zumal da der Canal sich weniger leicht und sicher an den Bauchdecken befestigen lässt. Es ist hier vortheilhaft, unmittelbar nach der Operation eine kleine Glasröhre oder silberne Canäle in den Gang einzubringen, um die Berührung der Galle mit den Wundlippen zu vermeiden.

So wie die Function der Leber und ihres Secretes von jeher die Physiologen zu den verschiedensten und widersprechendsten Ansich-

1) *Blondlot*, Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris 1846.
2) *Schwann*, Müller's Archiv. 1844. S. 127—162.
3) *C. Schmidt*, Buchheim's Beitr. z. Arzneimittellehre. Leipz. 1849. S. 116.

ten veranlasst hatte und selbst heute noch in ziemliches Dunkel gehüllt ist, so hat auch die Galle schon seit den ersten Anfängen der zoochemischen Analyse den Forschern so viel Schwierigkeiten und Hindernisse in den Weg gestellt, dass erst in neuester Zeit dieses dunkelste Gebiet der ganzen Zoochemie etwas gelichtet erscheint. Nachdem selbst die ausgezeichnetsten Chemiker unsrer Zeit, auf die exactesten Versuche gestützt, zu völlig differenten Resultaten über die Constitution der Galle gelangt waren, dürfte dieselbe doch, nach den neusten unter *Liebig's* Auspicien ausgeführten Untersuchungen (welche viele der frühern Differenzpunkte aufgeklärt haben) in folgender Weise zu betrachten sein:

Jede Galle enthält zunächst zwei wesentliche Bestandtheile; nämlich einen harzähnlichen und einen färbenden.

Der harzähnliche Bestandtheil ist in der Regel das Natronsalz einer der im 1. Th. S. 227—240 beschriebenen *copulirten Säuren*, deren Paarling *Glycin* oder *Taurin* ist.

Das *färbende Princip* der Galle ist ebenfalls bereits im 1. Th. S. 320—325 beschrieben; auch dieses findet sich an Alkali gebunden in der Galle.

Ein dritter nie fehlender Bestandtheil ist das im 1. Th. S. 282—287 beschriebene *Cholesterin*.

Ausser diesen wesentlichen Bestandtheilen finden sich in der Galle *Fette* und *fettsaure* Alkalien.

Ferner kommen in der Galle die auch in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten enthaltenen *Mineralsalze* vor, hauptsächlich Chlornatrium, etwas phosphorsaures und kohlensaures Natron, phosphorsaurer Kalk und Talkerde, nebst höchst geringen Mengen von Eisen und Mangan, aber kein schwefelsaures Alkali. Ammoniaksalze werden in frischer, gesunder Galle ebenfalls nicht gefunden. Bemerkenswerth ist aber das von *Bensch* beobachtete, von *Strecker* aber besonders hervorgehobene Verhältniss des Kalis und Natrons in der Galle verschiedener Thiere; die Galle der Seefische enthält fast nur Kalisalze, während die der pflanzenfressenden Säugethiere dagegen fast nur Natronsalze enthält; nach der Nahrung der Thiere sollte man gerade das Gegentheil erwarten. Vom Kupfergehalte der Galle ist im 1. Th. S. 459 die Rede gewesen.

Endlich kommen in der Galle stets grössere oder geringere Mengen von *Schleim* vor. Dieser Schleim ist wie andrer Schleim mit viel

Epithelialzellen vermengt; jedoch überwiegt hier der Schleimsaft sehr das Epithelium.

In frischer, normaler Galle findet man ausser den den Schleimhäuten der Gallenwege und der Gallenblase entsprossenen Zellen von Cylinderepithelium (die oft noch in ihrer natürlichen Formation zusammen gruppirt sind) durchaus keine morphologischen Elemente.

Wir enthalten uns hier einer geschichtlichen Darstellung der mannigfachen Versuche und Ansichten über die Constitution der Galle, da ja eine solche überall leicht nachzulesen ist; denn es gibt kein Lehrbuch der Zoochemie, ja keine Monographie über Galle, in welcher nicht mehr oder weniger ausführlich die frühern Ansichten und Irrthümer über diesen Gegenstand auseinandergesetzt wären; wir halten aber hier einen solchen geschichtlichen Rückblick um so mehr für überflüssig, da hierdurch für den Lernenden das Studium der immerhin complicirten Constitution der Galle und ihrer Bestandtheile nicht erleichtert, sondern wegen der grossen Verwirrung, in die man früher verfallen ist, geradezu ausserordentlich erschwert wird. Wir glauben aber hier zum Verständniss der Schriften eines Berzelius nur so viel erwähnen zu müssen, dass nach *Berzelius*, dessen Ansicht *Mulder* noch in neuester Zeit vertheidigte, der wesentlichste Bestandtheil der Galle nicht eine an Natron gebundene Säure, sondern ein sg. indifferenter Stoff sei, *Bilin* genannt, durch dessen Zersetzung erst jene Stoffe gebildet würden, die früher *Gmelin*, später *Demarcay* und Andre in der Galle gefunden hatten. Ein aufmerksames Studium des chemischen Verhaltens der Taurocholsäure (Choleïnsäure *Str.*) wird jedem bei einem Vergleiche mit den von *Berzelius* dem Bilin zugeschriebenen Eigenschaften leicht die Ursachen des Irrthums finden lassen, durch welche *Berzelius* zur Annahme eines indifferenten Bilins geführt wurde, und man wird sich alsdann nicht mehr wundern, dass alle, welche *Berzelius'* positive Versuche wiederholten, dieselben vollkommen bestätigt fanden ebensowohl als jene, welche von *Liebig* und seinen Schülern angestellt worden waren, diesen aber zu einer andern Ansicht geführt hatten.

Gerade bei diesen Streitigkeiten der ersten Chemiker unsrer Zeit über die Constitution der Galle möchte der Glaube mancher Aerzte an die übergrosse Sicherheit chemischer Forschung und die Hoffnung auf eine exacte Humoralpathologie mehr als wankend geworden sein. Allein wenn man Einsicht in die Gründe dieser Meinungsdifferenzen genommen hätte, würde man keineswegs Ursache gehabt haben, an der Genauigkeit und Sicherheit chemischer Forschung zu verzweifeln; es war z. B. vor allem zu erwägen, dass man in dieses schwer zugängliche Gebiet der Zoochemie von verschiedenen Richtungen her eindrang, ohne sich auf halbem Wege zu treffen und somit eine allgemeine Uebersicht gewinnen zu können. Ferner war zu beherzigen, dass die Galle sich ausserordentlich leicht zersetzt und fast Niemand behaupten konnte, dass er vollkommen unzersetzte Galle in Untersuchung genommen habe; ja man war geneigt zu glauben, dass die Umsetzung der Galle schon innerhalb des gesunden lebenden Körpers in der Gallenblase beginne. Ausserdem stellte sich heraus, dass man durch verschiedene Mittel der Analyse auf verschiedene Umwandlungsproducte stiess. Endlich hätte man aber bedenken sollen, dass die Auffassung der Ergebnisse der Analyse, die Anschauung über die percipirten Gegenstände, stets etwas Subjectives, d. h. erst das Resultat eines geistigen Processes ist. So geschah es, dass bei der vollständigsten Bestätigung alles Thatsächlichen keine der ausgesprochenen Ideen entschieden die Oberhand gewann, da keine sich mit allen Ergebnissen der verschiedenen Experimentatoren in Einklang bringen liess. Dieses Ziel ist jedoch, wie wir oben im 1. Th.

gesehen haben, durch die von *Liebig's* Geiste inspirirten Untersuchungen *Strecker's* endlich erreicht, obgleich natürlich auch jetzt noch hie und da einige dunkle Stellen zu lichten bleiben.

Was die harzartigen Säuren der Galle betrifft, so ist zu dem, was wir darüber nach *Adolph Strecker's* Untersuchungen mitgetheilt haben, nur wenig hinzuzusetzen. *Mulder*[1]) vertritt auch jetzt noch die *Berzelius*'sche Ansicht, dass Bilin von der Leber abgesondert werde, dieses sich aber schon in der Gallenblase vollständig zersetze; dagegen hat *Strecker*[2]) seine Untersuchungen auf die Galle verschiedener Thierclassen ausgedehnt, und hier bis jetzt keine andern Unterschiede in der Constitution derselben finden können, als dass die Taurocholsäure und Glykocholsäure (Choleïnsäure und Cholsäure *Str.*) sich nur in verschiedenen Proportionen gemengt vorfinden. In der Galle von Fischen (Gadus Morrhua, Pleuronectes maximus, Esox lucius, Perca fluviatilis) fand *Strecker* an harzigen Bestandtheilen fast nur taurocholsaures Alkali mit Spuren von glykocholsaurem Alkali; merkwürdig war dabei, dass die Galle der Seefische mehr Kalisalze, die der Süsswasserfische dagegen mehr Natronsalze enthielt. Auch in der Hundegalle wurde von *Strecker*, wie früher in der Schlangengalle von *Schlieper*, fast nur taurocholsaures Natron gefunden; die Nahrung des Hundes scheint übrigens *Strecker's* Erfahrungen zufolge keinen Einfluss auf die Constitution der Galle auszuüben. Auch die Schafgalle ist nach *Strecker* ein Gemeng von viel taurocholsaurem Natron mit verhältnissmässig wenig glykocholsaurem Salze. Die Galle der Gänse scheint nach den Untersuchungen von *Marsson* ebenfalls fast nur Taurocholsäure zu enthalten. Hyocholinsäure ist in keiner andern Galle, als in der der Schweine gefunden worden; dagegen hat sich gezeigt, dass der früher von *Strecker* und *Bensch* gefundene geringe Gehalt der Schweinsgalle an Schwefel von einer Hyocholeïnsäure herrührt, d. h. dass neben der glycingebenden Hyocholinsäure (Glychyocholinsäure) sich auch eine tauringebende Säure, wiewohl in sehr geringer Menge, vorfindet, eine Säure, in welcher das Taurin mit derselben harzigen Säure (C_{50} H_{40} O_8 Hyocholalsäure *Str.*) verbunden ist, mit welcher sich Glycin in der Hyocholinsäure vereinigt findet. Uebrigens sind die Zersetzungsproducte der Hyocholinsäure von *Strecker* noch genauer untersucht worden. Merkwürdig ist noch, dass *Strecker* in der durch Salzsäure von Gallensäuren befreiten Schweinsgalle eine schwefelhaltige sehr starke Base entdeckt hat, die selbst mit Kohlensäure verbindbar ist.

Das eigentliche Pigment ist noch in der Galle keines Thieres vermisst worden; indessen scheint in den Gallen der fleischfressenden Thiere und Omnivoren, wie des Menschen der braune Farbstoff, *Berzelius'* Cholepyrrhin, vorzukommen, während in der Galle der Vögel, Fische und Amphibien gewöhnlich ein intensiv grüner Farbstoff, Biliverdin, gefunden wird. Der braune Farbstoff der Galle ist übrigens nie frei in derselben enthalten, sondern stets an Natron gebunden, ja oft auch an Kalk; in letzterem Falle ist er unlöslich und leicht an den braunen Körnchen zu erkennen, die man unter dem Mikroskop in der

1) *Mulder*, Scheik. Onderz. D. 5. p. 1—104.
2) *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 70. S. 149—98.

Galle zuweilen findet. Eine mikroskopisch-chemische Analyse lässt die Körnchen leicht als Cholepyrrhinkalk erkennen.

Die quantitativen Verhältnisse der Gallenbestandtheile sind noch nicht sehr genau untersucht; doch können folgende Angaben als ziemlich der mittlern Zusammensetzung der Galle entsprechend angesehen werden:

Die normale Menschengalle enthält nach *Frerichs*[1]) Bestimmungen gerade 14% fester Bestandtheile oder wenig darüber, die Rindsgalle dagegen 10 bis 13%; die Schweinsgalle 10,6 bis 11,8% (Gundelach und Strecker[2]); indessen mag der Wassergehalt der Galle ebenso wechselnd sein, wie der der meisten andern thierischen Ausscheidungen.

Gorup-Besanez[3]) fand in der Galle eines Greises 9,13% und in der eines 12jährigen Knaben 17,19% fester Bestandtheile; ob sonach wirklich im hohen Alter die Galle diluirter ist, als im Kindesalter, müssen erst spätere Untersuchungen entscheiden.

Die organischen Bestandtheile der Menschengalle betragen vom festen Rückstande derselben ungefähr 87%; ein ganz ähnliches Verhältniss hat man bei Thieren gefunden.

Berzelius erhielt aus dem Rückstande der Rindsgalle = 12,7% Asche, *Bensch*[4]) aus dem der Kalbsgalle 13,15%, aus dem der Schafgalle 11,86%, aus dem der Ziegen 13,21%, aus dem der Schweine 13,6%, aus dem des Fuchses 12,71, der Hühner 10,99% aus dem von Süsswasserfischen 14,11%.

Unter den organischen Bestandtheilen der Galle überwiegen bei weitem die tauro- und glykocholsauren Alkalien, so dass sie mindestens 75% der festen Bestandtheile der Galle ausmachen.

Die meisten Thiere, deren Galle bis jetzt untersucht ist, enthalten nach den Untersuchungen von *Bensch* und *Strecker* taurocholsaures Natron in überwiegender Menge. Da das taurocholsaure Natron ($NaO.C_{52}H_{44}NO_{13}S_2$) = 6% Schwefel enthält, so lässt sich aus dem Schwefelgehalte des nur in Alkohol löslichen Theils jeder Galle die Menge der darin enthaltenen Taurocholsäure ziemlich leicht berechnen. *Schlieper*[5]) fand in gereinigter Schlangengalle (d. h. in dem alkoholischen Extracte derselben) 6,2% Schwefel, *Bensch* in der des Hundes 6,2%, *Strecker* dagegen 5,9%; *Bensch* in der des Fuchses 5,96%, *Strecker* in der des Schafs, 5,7 bis 5,3%. Es ist hieraus zu ersehen, dass die Gallen dieser Thiere fast nur Taurocholsäure enthalten, während dagegen die Rindsgalle, deren alkoholisches Extract nur 3% Schwefel enthält, Taurocholsäure

1) *Frerichs*, Hannov. Ann. Bd. 5. H. 1 u 2.
2) *Gundelach* und *Strecker*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 62. S. 205—232.
3) *Gorup-Besanez*, Untersuch. üb. d. Galle. Erlangen 1846. S. 44.
4) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 215.
5) *Schlieper*, ebendas. B. 60. S. 109.

und Glykocholsäure in ziemlich gleichen Proportionen enthalten wird. Da die Schweinsgalle 0,3 bis 0,4 % Schwefel enthält, so lässt sich darnach die geringe Menge der in dieser enthaltenen Hyocholeïnsäure oder Taurhyocholinsäure abschätzen.

Ueber die Mengen des in der Galle enthaltenen Pigments, des Cholesterins und der Fette und Fettsäuren fehlt es gänzlich an genaueren Bestimmungen.

Auch die quantitativen Bestimmungen der Mineralbestandtheile der Galle sind nicht der Art, dass sie uns ein grosses Zutrauen ihrer Richtigkeit einflössen könnten; fest steht nur, dass sich eine den harzigen Säuren äquivalente Menge Natron oder Kali vorfindet; allein auch der Farbstoff und die Fettsäuren sind an Alkalien gebunden; die gewöhnliche Aschenanalyse und selbst die nach *Rose* ausgeführte führt aber keineswegs zu dem Resultate, dass alles an organische Materie gebundene Alkali genau bestimmt wäre. Fast nur die Asche der Rindsgalle ist genauer untersucht; es finden sich darin nach *Weidenbusch* [1]) 27,70 % Chlornatrium, ungefähr 16% dreibasischphosphorsaures Natron, 7,5 % dreibasisch phosphorsaures Kali, nur 3,025 % basisch phosphorsaurer Kalk, 1,52 % basisch phosphorsaure Talkerde, 0,23 % Eisenoxyd und 0,36 % Kieselsäure.

Dass die Galle, wenigstens die der Rinder, kohlensaures Alkali präformirt enthält, davon habe ich mich in ähnlicher Weise, wie von der Gegenwart desselben Salzes in frischem Blute, überzeugt; bringt man nämlich Galle unter der Luftpumpe durch Evacuiren zum Sieden, setzt zu der so gasfrei gemachten Galle Essigsäure und evacuirt von Neuem, so entwickeln sich schon beim ersten Pumpenzuge sehr grosse Mengen Kohlensäure.

Ich muss hier bemerken, dass zu diesem Versuche ganz frische durch Alkohol von Schleim befreite Galle angewendet wurde, welche mit Essigsäure keine Ausscheidung feiner Molecüle gab, durch welche die Bildung von Wasserdampfblasen gegenüber der säurefreien Galle hätte erleichtert werden können. Der Versuch ist übrigens auch in der Weise leicht ausführbar, dass man angesäuerte und säurefreie Galle gleichzeitig in das Vacuum bringt, wo dann der Unterschied noch deutlicher vor Augen tritt. In 100 Th. frischer Rindsgalle fand ich in zwei quantitativen Bestimmungen 0,0846 bis 0,1124 Th. einfach kohlensaures Natron.

Wir werden hier wieder auf die Unsicherheit der Aschenanalysen geleitet: das in der Galle an organische Substanzen gebundene Natron sollte in der Asche als kohlensaures Natron erscheinen; allein solches findet sich gerade nur in der geringsten Menge; denn der grösste Theil des Natrons wird durch

1) *Weidenbusch*, Poggend. Ann. Bd. 76. S. 386.

die bei der Verbrennung der Taurocholsäure und des Schleims gebildete Schwefelsäure gesättigt; dieser Schwefelsäuregehalt der Asche ist aber wiederum je nach der Art des Einäscherns höchst variabel; auch *Weidenbusch*, der die *Rose*'sche Methode zur Aschenbestimmung benutzte, überzeugte sich, dass auch auf diesem Wege ein grosser Theil des Schwefels jener organischen Substanzen sich verflüchtigt hatte, und also in der Asche nicht als Schwefelsäure erschien. Frische Galle enthält aber nach den Untersuchungen aller neuern Forscher kaum Spuren von Schwefelsäure. Ein Theil jenes Natrons aber, welches an organische Substanzen gebunden war, geht in der Asche an das phosphorsaure Natron über, welches höchst wahrscheinlich präformirt in der Galle, aber als gewöhnliches phosphorsaures Natron ($= \dot{N}a_2 \dot{H} \dddot{P}$) enthalten ist. So ist leicht einzusehen, dass man unter gewissen Verhältnissen selbst gar kein kohlensaures Natron in der Asche der Galle finden kann.

In normaler Menschengalle hat *Frerichs*[1]) 0,20 bis 0,25 % Chlornatrium und eine gleiche Menge phosphorsaures Natron gefunden; *Theyer* und *Schlosser* in der Rindsgalle = 3,56 % Chlornatrium.

Die Bestimmung der Menge des Schleims in normaler Galle ist durchaus ungenau, da man gewöhnlich aus der Gallenblase entlehnte Galle untersucht hat, die durch Pressen und Drücken der Blase entleert wurde, wobei immer grössere Mengen von Epithelium mit in die Galle übergehen. In Rindsgalle, wo dieser Uebelstand möglichst vermieden war, fand ich nur 0,134 % Schleim; in menschlicher Galle = 0,158 %.

Ueber Veränderungen, welche die Galle unter rein physiologischen Verhältnissen erleiden kann, ist sehr wenig bekannt. Wenn sie längere Zeit in der Blase verweilt, so wird sie, wie z. B. beim Hungern, concentrirter; stickstoffreiche Kost soll nicht nur eine Vermehrung der Gallenabsonderung, sondern auch die Secretion einer concentrirteren Galle bedingen.

Wie in andre Secrete und Excrete können in die Galle auch heterogene Bestandtheile übergehen. Von den ältern Autoren wird sehr oft angegeben, dass die Galle *Eiweiss* enthalten habe, allein man sah damals auch den Schleim für Eiweiss an. Zuweilen findet sich allerdings Eiweiss in der Galle und zwar einerseits bei Fettleber (wiewohl selten), bei *Bright*'scher Krankheit und im Embryonalzustande (bei fünfmonatlichen menschlichen Embryonen fand ich in der Gallenblase keine eigentliche Galle, sondern nur gelbgefärbtes Eiweiss und Schleim).

Thénard hat besonders eine Bile albumineuse, welche ganz farblos war, in einigen Fällen von Fettleber beobachtet. *Frerichs* macht auf die Haut auf-

1) *Frerichs*, a. e. a. O.

merksam, welche sich oft beim Abdampfen krankhafter Galle bildet, allein diese Häute können ebensowohl von coagulirendem Schleimsafte, als von caseïnähnlichen Substanzen herrühren; ich glaube aber in zwei Fällen von fettiger Lebergranulation in der That Albumin in der Galle gefunden zu haben, indem ich die Galle mit Essigsäure versetzte, so lange noch ein Niederschlag entstand (Schleim und Gallen- und Fettsäure) und die filtrirte Flüssigkeit mit Salmiak kochte (vergl. 1. Th. S. 342); es entstand dann ein Coagulum, welches die bekannten Reactionen auf Proteïnkörper gab. In der Galle nach *Bright*'scher Krankheit hat zuerst *Bernard*[1]) Eiweiss nachgewiesen. Ist die Galle eiterhaltig, wie dies bei Leberabscessen zuweilen vorkommt, so enthält sie natürlich auch Eiweiss.

Bei Obliteration des Ductus cysticus, in Folge dessen sich sogenannter Hydrops vesicae felleae eingestellt hatte, fand ich in der farblosen Flüssigkeit neben Epithelium und Schleimsaft auch Spuren von coagulabler Materie.

Des Vorkommens von *Harnstoff* in der Galle nach Nierenexstirpation ist bereits früher (1. Th. S. 172) Erwähnung gethan worden; bei *Bright*'scher Krankheit und bei Cholera ist dieser Stoff ebenfalls in der Galle nachgewiesen worden.

Das alkoholische Extract der Galle eines mit der Erscheinung von Fettnieren Verstorbenen ward mit wässrigem Aether extrahirt; das ätherische Extract, mit Salpetersäure behandelt, gab neben Fetttröpfchen die deutlichsten Krystalle von salpetersaurem Harnstoff. Bei nephrotomirten Thieren konnten *Stannius* und *Sthamer*[2]) Harnstoff in der Galle ebensowenig als in den Nieren nachweisen.

Bizio hat einmal bei einem Kranken, den er als icterisch bezeichnet, eine dunkelrothe, nicht bittre Galle gefunden, in welcher er einen eigenthümlichen krystallisirbaren, *smaragdgrünen Farbstoff* entdeckte; er nannte denselben *Erythrogen*, weil er, bei 40% sich verflüchtigend, einen rothen Dampf giebt.

Eine ähnliche Substanz fand ich in einem Falle von acuter gelber Leberatrophie; dieselbe verhielt sich ganz wie das Erythrogen *Bizio's*, war auch in Wasser und Aether unlöslich, löste sich nur theilweise in Alkohol, leicht in concentrirten Mineralsäuren ohne Farbenveränderung. Ich erhielt sie, wie *Bizio*, durch Verdünnen der Galle mit Wasser; der darin unlösliche Theil ward mit Wasser gekocht, worauf sich eine fettige grüne Masse auf der Oberfläche abschied, die die erwähnten Eigenschaften mit dem Erythrogen gemein hatte.

In der Galle eines Knaben, der plötzlich verstorben war, fand ich[3]) eine erhebliche Menge *Schwefelammonium*.

---

1) *Bernard*, Bouisson, de la bile, de ses variétés physiologiques et de ses alterations morbides. Montpellier 1843.

2) *Stannius* und *Sthamer*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 9. S. 201 – 219.

3) *Lehmann*, Schmidt's Jahrbb. der ges. Med. Bd. 25. S. 16.

Dass dieses Schwefelammonium nicht aus dem Blute durch die Leber abgesondert worden war, versteht sich wohl von selbst; auffallend ist nur, dass es in so grosser Menge sich in der Galle vorfand, obgleich die Section 16 St. nach dem Tode angestellt wurde. Eine Anamnese hatte leider nicht aufgenommen werden können.

Ausser den hier angeführten Verhältnissen hat man in krankhafter Galle, die natürlich immer nur aus den Leichnamen entlehnt werden konnte, meist nur Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen einzelner Bestandtheile und Modificationen des Pigments gefunden. Arm an festen Bestandtheilen pflegt die Galle im Leichname nach bedeutendern Entzündungen, besonders nach Pneumonien, sowie auch nach Hydrops gefunden zu werden; noch wässriger und dünnflüssiger ist die Galle in einigen Fällen nach Typhus; constant ist sie reich an Wasser nach Diabetes. Bei Tuberculose findet man sehr häufig die Galle ärmer an festen Stoffen, jedoch zeigt sie sich nicht selten auch reicher an denselben.

Gorup-Besanez fand bei Tuberculose die Galle meistens consistenter, *Frerichs* fast immer (ausser bei mit Fettleber complicirter Tuberculose) verdünnter. Diese Differenz ist leicht zu erklären: *Frerichs* hat wahrscheinlich die Galle untersucht, wo in Folge reichlicher Ausscheidung (durch Darmgeschwüre bedingte Diarrhöe oder bei Brust- und Bauchwassersucht; in letzterem Falle nur sog. obsolete Tuberkeln) ein sogenannter anämischer Zustand eingetreten war. Dass ferner die Galle nach acuter Tuberculose oder bedeutenden tuberculösen Nachschüben dünnflüssiger wird, kann wohl Niemand Wunder nehmen, der das Blut solcher Kranken vor und nach der Ausscheidung des Exsudates untersucht hat. Bei mit Fettleber verbundener Tuberculose fand *Frerichs* die Galle gleich *Gorup-Besanez* dichter, weil das Blut noch nicht so arm an festen Stoffen war und die Leberaffection selbst einer zu reichlichen Ausscheidung diluirter Galle entgegen war. Beide Forscher haben im Typhus die Galle sehr diluirt und sparsam gefunden; die Objecte werden nur solchen Verstorbenen entlehnt gewesen sein, bei welchen sich, wie man zu sagen beliebt, der krankhafte Process bereits localisirt hatte, oder wo der Typhus nicht, sondern die ihm folgende Anämie, wie so oft, erst den Tod herbeigeführt hatte. In zwei Fällen von Typhus, wo die Plaques im Darme eben nur zu erkennen waren, fand ich die Galle dichter; jedem pathologischen Anatomen sind aber gewiss Fälle erinnerlich, dass im Typhus die Galle zäh und consistent, also stoffreich war. *Frerichs* fand übrigens in der Galle in jenem Zustande 93 bis 96 % Wasser, *Gorup-Besanez* meistens etwas weniger.

Vermehrt pflegen die *festen Bestandtheile* der Galle zu sein bei Herzfehlern und solchen Unterleibskrankheiten, bei welchen die Bewegung des Blutes in den grossen Venen verlangsamt ist und sich, wie bei Herzfehlern, das Blut in grösserer Menge in der Pfortader und den Lebergefässen ansammelt. Die Bewegung des Bluts in den Leber-

capillaren ist (aus bekannten physiologischen Gründen) schon an sich eine so langsame, dass bei solchen Hindernissen, wie Herzfehlern, in denen das Blut in den Hohlvenen aufgestaut wird und der Austritt des Bluts aus der Leber durch die Lebervenen gehemmmt ist, fast ein Stagniren des Blutstroms in der Leber eintreten muss.

Auch in der Cholera findet man die Galle dichter, zäher und consistenter, und zwar wiederum hauptsächlich aus mechanischen Gründen; das Blut Cholerakranker ist so zäh und dickflüssig, dass es sich selbst in der Nähe des Herzens langsam bewegt und dadurch Störungen des Kreislaufs verursacht; um wieviel langsamer wird daher die Blutbewegung in der Leber sein, wo überdiess wegen Wasserarmuth des Blutes natürlich auch nur eine minder wasserhaltige Galle ausgeschieden werden kann.

Der *Schleim* findet sich oft relativ *vermehrt*, wenn die Galle sehr verdünnt ist; ja zuweilen findet man im Typhus nur Schleim in der Gallenblase, während gar keine oder wenige der harzigen Substanzen beigemengt sind, überhaupt bei Katarrh der Gallenwege.

Ob die Ausscheidung von *Cholesterinkrystallen*, welche sich zuweilen in krankhafter Galle durchs Mikroskop nachweisen lassen, mit einer absoluten Vermehrung dieses Lipoïds verbunden sei, lässt sich bei dem Mangel an quantitativen Bestimmungen nicht entscheiden. *Gorup-Besanez* hat diese Erscheinung nur einige Male bei sehr concentrirter Galle beobachtet.

Freies Fett findet sich bekanntlich immer in der Galle, ist aber darin durch die Taurocholsäure aufgelöst; nur zuweilen kann man in krankhafter Galle Fettbläschen unter dem Mikroskope beobachten, die jedoch nicht mit den häufiger vorkommenden Bläschen ausgeschiedener Gallensäuren zu verwechseln sind. *Gorup* hat bei Typhus und Tuberculose namentlich im Colliquationsstadium der letztern, Fettbläschen in der Galle gefunden. Wir haben bereits im 1. Th. S. 260 gesehen, dass in solchen Fällen auch in den Urin freies Fett überzugehen pflegt.

Von *saurer* Reaction hat man die Galle sehr selten gefunden; leider ist solche Galle nicht näher untersucht worden.

Solon, Scharlau und *Gorup-Besanez* fanden die Galle einige Mal im Typhus von saurer Reaction; dieselbe kann aber herrühren theils von spontaner Zersetzung der Galle, wobei die Harzsäuren frei werden, theils auch davon, dass Eiter in die Gallenblase sich ergossen hat; derselbe wird, wie wir weiter unten sehen werden, in geschlossenen Räumen oft sehr schnell sauer.

Solon giebt an, dass die Galle zuweilen so scharf wie Chlor sei, und dass sie *Lackmus bleiche*. Ich glaube zwei Fälle dieser Art beobachtet zu haben, die möglicher Weise *Solon* zu jener Behauptung verführt hat; diese Galle entfärbte nämlich das Lackmuspapier allerdings, jedoch so, dass es weder blau noch roth blieb, sondern der Farbstoff aufgelöst oder durch das gelbe Pigment der Galle so gedeckt wurde, dass die ursprüngliche Farbe gänzlich verschwunden schien; im mindern Grade ist dies bei jeder Galle der Fall.

Der einfachste Weg, die Galle zu analysiren, dürfte folgender sein: Man versetzt die Flüssigkeit mit dem halben oder dem gleichen Volumen Spiritus (83%); hierdurch wird in der Regel nur Schleim präcipitirt, welcher das Epithelium mit niederreisst; den Niederschlag süsst man erst mit Spiritus und dann mit Wasser aus, trocknet und wägt. Die schleimfreie Galle wird auf dem Wasserbade und zuletzt unter der Luftpumpe zugleich unter Anwendung eines bis 100° erhitzten Sandbades entwässert; die höhere Temperatur ist bei dieser Austrocknung weniger deshalb nöthig, um die Austrocknung schnell zu vollführen, als um das Gallenresiduum durch jähes Verdunsten des Wassers in eine poröse, schwammartig aufgeblähte Substanz zu verwandeln, welche dann leichter mit den gewöhnlichen Menstruis zu extrahiren ist. Da der Rückstand einer andern thierischen Flüssigkeit wohl kaum so rapid Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, als die festen Bestandtheile der Galle, so ist auf das Wägen besondere Sorgfalt zu verwenden; es muss, nachdem im Vacuo die Masse erkaltet ist, durch Chlorcalcium entwässerte Luft in den Recipienten geleitet und alsdann das Wägen möglichst schnell vollführt werden. Hierauf ist der Rückstand mit wasserfreiem Aether zu extrahiren, wozu ziemlich viel Zeit erforderlich ist, da man ihn nicht füglich, wie andere Rückstände thierischer Flüssigkeiten, erst pulverisiren kann, um darauf eine von Neuem getrocknete und gewogene Menge der weitern Analyse zu unterwerfen. Der Aetherauszug enthält Fett und nicht selten auch etwas harzige Gallenstoffe; letztere sind von ersteren durch wässrigen Spiritus zu trennen. Der in Aether unlösliche Rückstand, welcher die wesentlichsten Bestandtheile der Galle enthält, ist in absolutem Alkohol zu lösen; da durch das Aussüssen das Volumen der alkoholischen Lösung sehr gross geworden ist, so muss man zunächst den grössten Theil des Alkohols abdestilliren oder verdampfen, und dann die concentrirte Flüssigkeit mit Aether versetzen, so lange diese noch getrübt wird; in der alkoholisch-ätherischen Flüssigkeit bleibt alsdann gewöhnlich nur sehr wenig fettsaures Alkali und Chlornatrium zurück; jedoch muss die Flüssigkeit mit dem Niederschlage vorher längere

Zeit an einem kühlen Orte gestanden haben, da namentlich das glykocholsaure Alkali sich nur sehr langsam abscheidet. Die ausgeschiedenen gallensauren Salze sind leider immer von Gallenpigment begleitet, von dem sie nur selten durch Zusatz von Chlorcalcium zu ihrer alkoholischen Lösung zu trennen sind (nur beim eigentlichen Cholepyrrhin gelingt das zuweilen vollkommen). Aus einem Theile der durch Aether gefällten gallensauren Salze kann man durch Auflösen in Alkohol und Zusatz von Schwefelsäure die Menge des an diese Säuren und an Pigment gebundenen Natrons oder Kalis bestimmen und sich von der Gegenwart oder Abwesenheit des Ammoniaks überzeugen. Leider ist die Bestimmung des Alkalis auf diese Weise nicht recht scharf, weil sich in dem durch Aether gefällten Niederschlage immer etwas Chlornatrium und fettsaures Natron befindet, dessen Alkali natürlich sich zu dem der Gallensäure hinzuaddirt. Eine scharfe Trennung der Taurocholsäure und Glykocholsäure ist nicht möglich (wie aus dem im 1. Th. S. 238 bemerkten ersichtlich ist); daher berechnet man die Menge der tauringebenden Gallensäure am besten aus dem Schwefelgehalte der durch Aether präcipitirten gallensauren Salze; man oxydirt zu dem Zwecke einen gewogenen Theil derselben mit Kali oder Natron und Salpeter auf trocknem Wege, und bestimmt die gebildete Schwefelsäure (da selbst bei Gegenwart von schwefelsauren Salzen keine Schwefelsäure in das alkoholische Extract hätte mit übergehen können, so wird die gefundene Schwefelsäure nur den an organische Materie gebundenen Schwefel anzeigen; ausser Taurocholsäure sind aber keine schwefelhaltigen Substanzen in dem alkoholischen Extracte enthalten).

Der in absolutem Alkohol unlösliche Rückstand der Galle ist schon der allgemeinen Controle der Analyse halber zu wägen; er pflegt Farbstoff zum Theil frei, zum Theil an Kalk gebunden zu enthalten, ferner phosphorsaure Alkalien und Erden, so wie etwas kohlensaures Alkali und meist auch etwas Kochsalz, schwefelsaures Kali höchst selten, häufig etwas Taurin; seine Menge ist in der Regel so gering, dass weitere quantitative Bestimmungen z. B. unter Anwendung von verdünntem Spiritus, Wasser, Säuren u. dergl. nicht wohl ausführbar sind.

Dass die Methode der Gallenanalyse je nach der Beschaffenheit und den Bestandtheilen der Galle verschiedentlich modificirt werden kann und muss, und dass die hier angeführte Methode nur beispielsweise als Schema dienen kann, ist für den kaum erwähnenswerth, der die im 1. Th. befindliche Beschreibung der betreffenden Stoffe und ihrer Eigenschaften studirt hat.

Ueber die quantitative Bestimmung des Cholesterins und der Fettsäuren findet man bereits im 1. Th. das Nöthige erwähnt. Möglich ist die quantitative Bestimmung dieser Stoffe nur, wenn sehr grosse Mengen Galle zur Analyse verwendet werden können.

Zu den pathologischen Producten der Lebersecretion gehören auch die Gallenconcremente. Wenige Gegenstände der pathologischen Chemie sind schon in früherer Zeit so vielfach behandelt und mannichfaltig gedeutet werden, als gerade die Gallensteine. Es reduciren sich aber alle die zahllosen Betrachtungen über dieselben auf folgende einfache Thatsachen: diese Concremente finden wir vorzugsweise in der Gallenblase, seltner in den Gallengängen; bei Frauen häufiger als bei Männern, besonders aber bei älteren Personen; mit Leberkrebs so wie auch mit Krebs in andern Theilen kommen sie oft gleichzeitig vor, allein dass das Carcinom ein disponirendes Moment für Bildung der Gallenconcremente abgebe, ist deshalb zu bezweifeln, weil beide Afterproducte besonders dem höhern Alter und dem weiblichen Geschlechte zukommen; beide aber auch nicht selten ohne einander gefunden werden. In England, Hannover und Ungarn sollen sie häufiger sein, als in andern Ländern. Die meisten Gallensteine sind so reich an Cholesterin, dass die übrigen Bestandtheile neben denselben sehr zurücktreten; doch enthalten wohl alle einen oder auch mehrere Kerne, welche aus Spuren von Schleim und phosphorsauren Erden, hauptsächlich aber aus einer unlöslichen Verbindung von Kalk mit Gallenpigment bestehen; sehr viele Gallenconcremente bilden Gemenge von *Cholesterin* mit *Pigmentkalk*; letzterer ist bald mehr gleichförmig durch das Concrement vertheilt, bald sind einzelne Schichten von Cholesterin und dem bräunlichen Pigment zu bemerken, bald findet sich nur wenig Cholesterin in der dunkelbraunen Masse von Pigmentkalk.

Seltner ist eine dritte Art von Concrementen, nämlich die schwarzen oder dunkelgrünen; diese enthalten eine andere Modification des Pigments, welches aber ebenfalls an Kalk gebunden ist; diese letztre Art ist gewöhnlich sehr arm, ja vollkommen frei von Cholesterin.

Sehr selten sind Gallenconcremente, die vorzugsweise kohlensauren und phosphorsauren Kalk enthalten (*Bailly* und *Henry*, *Steinberg*).

Auffallend ist es, dass man auch einige Mal *Harnsäure* in Gallenconcrementen gefunden hat (*Stöckhardt*[1]), *Marchand*)[2]).

1) *Stöckhardt*, de Cholelithis diss. innaug. med. Lips. 1832.
2) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25. S. 39.

Alle Gallenconcremente enthalten etwas aufgesogene Galle, die sich aus dem Gallensteinpulver leicht mit Wasser oder kaltem Alkohol ausziehen lässt.

Die *Formen* der Gallensteine sind höchst verschieden, ja zuweilen bilden sie sehr regelmässige, symmetrische, andre Mal höchst barroque Figuren.

Bramson[1]) hat unstreitig für die Bildung der Mehrzahl der Gallenconcremente ein wichtiges Moment angegeben, nämlich die Ausscheidung einer Verbindung des Pigmentes mit Kalk.

So sehr die *Bramson*'sche Ansicht angefochten worden ist, so lässt sich doch in dem Residuum der Kerne der cholesterinhaltigen Concremente so wie der braunen Gallensteine nach Extraction derselben mit Alkohol und Wasser die Gegenwart einer Verbindung des Pigments mit Kalkerde mit der grössten Sicherheit nachweisen; leider sind wir durch unsre jetzigen Mittel nicht im Stande, eine bestimmte Proportion zwischen Pigment und Base nachzuweisen. Jenes pigmentreiche Residuum ist nämlich immer mit grössern oder geringern Mengen phosphorsaurer Erden und etwas Schleim gemengt; diese phosphorsauren Erden rühren höchst wahrscheinlich von Schleim her, der aber, wie die Proteïnkörper bei Bildung der Venensteine, allmählig verwittert und schwindet; denn die Phosphate stehen nie in derselben Proportion zu dem in dem Concremente noch gefundenen Schleime; letzterer kann aber wohl etwas Kalk enthalten, der beim Einäschern in kohlensauren oder schwefelsauren verwandelt wird; ausserdem trifft man zuweilen oxalsauren Kalk, jedoch nur in sehr geringer Menge an; kohlensauren Kalk habe ich wenigens nie präformirt in jenem braunen Residuum der Gallensteine gefunden (man kann sich ja so leicht von dessen Gegenwart bei vorsichtiger Benutzung des Mikroskops durch Anwendung von Säure auf das vorher mit Wasser befeuchtete und von allen Luftblasen befreite Object überzeugen). Auch schwefelsaurer Kalk findet sich nicht oder nur sparweise präformirt.

Das Verhältniss der Asche zu der organischen Substanz in dem unlöslichen Theile jener Gallenconcremente ist durchaus verschieden, im unlöslichen Theile von 6 verschiedenen Gallensteinen wurden 8,5, 12,1, 16,6, 30,4, 46,3, 50,6 ja 54,7 % Asche gefunden; in den Analysen dieser 6 Aschen fand sich um so mehr kohlensaurer Kalk und um so weniger phosphorsaurer, je geringere Mengen Asche gefunden worden waren, d. h. also je mehr organische Substanz in einem solchen Concrementrückstande enthalten war, desto mehr trat der phosphorsaure Kalk hinter den kohlensauren zurück; bei 8,5 % Asche wurden 7,994 Th. kohlensauren Kalks und nur 0,492 Th. phosphorsaurer Erden gefunden, dagegen bei 54,7 % Asche nur 12,135 Th. kohlensauren Kalks, der zum Theil aus dem im frischen Objecte nachgewiesenen oxalsauren Kalk hervorgegangen war. *Bramson* hat gezeigt, dass wässrige Essigsäure aus dem unlöslichen Rückstande der fraglichen Gallenconcremente Kalk auszieht; da der-

1) *Bramson*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4. S. 193—208.

selbe nun nicht an Schwefelsäure und Oxalsäure und nur zum geringsten Theil an Phosphorsäure gebunden gewesen sein kann, so muss er aus der Verbindung mit einer organischen Substanz hervorgegangen sein; Schleim ist in zu geringer Menge vorhanden, als dass er von diesem herrührte; demnach musste er nothwendiger Weise mit dem Pigmente verbunden gewesen sein.

Wäre ferner das Gallenpigment nicht durch irgend einen Stoff gebunden, so würde es sich in Alkohol lösen müssen; denn es ist keineswegs ein veränderter, durch irgendwelche Molecularveränderung unlöslich gewordener Farbstoff, sondern wahrhaftes Cholepyrrhin, nur gebunden an Kalk; trennt man nämlich den letztern durch Anwendung einer verdünnten Säure von jenem, so löst sich das Cholepyrrhin mit allen früher angeführten Eigenschaften in Alkohol auf.

Ueber die Bildung der mannigfachen Formen der Gallenconcremente, so wie über die eigentliche Genesis und die nächste Veranlassung zur Ablagerung fester Theile und zwar zur Ausscheidung des Cholesterins ist ungeheuer viel geschrieben worden; eine Analyse der in Betreff dieses Gegenstandes aufgestellten Hypothesen gehört nicht hierher. Das Thatsächliche, was einer Erklärung der Entstehung der Gallensteine zum Grunde gelegt werden kann, ist folgendes: Schleim und Epithelium geben in der Regel die Punkte ab, an denen eine Ablagerung fester Theile stattfinden kann; immer finden wir im Centrum der Gallensteine neben wenig Schleim jenen Pigmentkalk; derselbe wird also wohl bei der Bildung jener Concremente eine Rolle mit spielen. Die Ausscheidung des Cholesterins aus der Galle ist aber, wenn auch Schleim und Pigmentkalk als feste Punkte gelten können und müssen, noch nicht erklärt. Es fragt sich, ob die Galle neben den Gallensteinen übrigens ihre normale Beschaffenheit hat; man hat sie normal zu finden geglaubt[1]); allein aus den bisherigen Analysen menschlicher Galle ist nichts zu schliessen, da den Forschern noch die Mittel abgingen, so geringe Mengen Galle, wie wir sie aus Leichnamen entlehnen können, genau zu untersuchen; ausserdem wird die Constitution der aus dem Leichname entlehnten Galle wohl in der Regel mehr von dem pathologischen Processe, welcher gerade den Tod herbeiführte, abhängig sein, als dem, welcher zur Gallensteinbildung beitrug. Es ist indessen mehr als wahrscheinlich, dass zur Bildung von Cholesterinsteinen eine Galle nöthig ist, welche ein geringeres Lösungsvermögen für Cholesterin besitzt, als normale; nun finden wir aber (wie oben erwähnt) sehr selten eine Galle, welche Cholesterinblättchen ausgeschieden hat, während diese in andern Flüssigkeiten, z. B. hydropischen Exsudaten u. s. w., oft vorkommen; es muss also wohl der Gegenwart fester unlöslicher Theile offenbar eine bedeutende Mitwirkung zur Bildung der Gallensteine zugeschrieben werden. Fragen wir, was hält in normaler Galle das Cholesterin wie den Farbstoffkalk gelöst, so erhalten wir durch directe Versuche, also von der Natur selbst, die Antwort, dass der eine Stoff wie der andere hauptsächlich durch die Taurocholsäure oder taurocholsaures Natron gelöst werde. Digerirt man jenes unlösliche Residuum brauner Gallenconcremente mit Taurocholsäure oder auch saurem taurocholsauren Natron, so wird

1) Novi comment. acad. scient. inst. Bononiens. T. 3. p. 307—317.

dasselbe mit Hinterlassung weniger, graulich-weisser Flocken aufgelöst und die vorher farblose Lösung nimmt die Farbe frischer Galle an. Dass Cholesterin von Taurocholsäure und taurocholsauren Salzen aufgelöst wird, hat *Strecker* schon längst nachgewiesen. Glykocholsäure und Cholsäure (Cholalsäure, *Str.*) besitzen diese Eigenschaft in weit geringerm Grade. Soweit würde die Frage über die Entstehung der Gallensteine sehr leicht gelöst sein, wenn sich nachweisen liesse, dass Galle, welche zur Concrementbildung geneigt ist, entweder arm an Taurocholsäure im Verhältniss zum Cholesterin und Pigmentkalk ist, oder dass deren Taurocholsäure schon in der Gallenblasse sich zersetzt und so ihr Lösungsvermögen für jene beiden Stoffe verliert.

Da niemals cholesterinreiche Gallenconcremente ohne jenen Pigmentkalk vorkommen, dagegen aber die cholesterinarmen Steine stets sehr reich an denselben sind, so gewinnt es allerdings den Anschein, als ob diese Verbindung bei der ersten Entstehung der Concremente selbst thätig mitwirkte; ja die Häufigkeit ihres Vorkommens in gewissen Gegenden, wo das Trinkwasser sehr kalkreich ist, so wie im höhern Alter, welches bekanntlich zu Kalkablagerungen aller Art mehr geneigt macht, und wegen der grössern Wässrigkeit der Säfte die Cholesterinabscheidung befördert, dürfte selbst mit dafür sprechen, dass der Pigmentkalk nicht ohne Bedeutung für die Bildung der Gallensteine ist.

Ueber die Mengenverhältnisse der Gallenabsonderung existiren bis jetzt sehr wenig einigermassen zuverlässige Angaben. Von ganz verschiedenen Voraussetzungen ausgehend, hat man die Menge der in 24 St. abgesonderten Galle von einer Unze bis zu 24 Unzen bei Menschen geschätzt. *Blondlot* schätzt nach seinen Beobachtungen an Hunden, denen er Gallenblasenfisteln beigebracht hatte, die Menge der in 24 St. von einem Hunde abgesonderten Galle auf 40 bis 50 grm. und demnach die vom Menschen in gleicher Zeit abgesonderte auf ungefähr 200 grm. *Bidder* und *Schmidt*[1]) haben diesen Gegenstand einer ebenso genauen als geistvoll durchgeführten Untersuchung unterworfen. Als Endergebniss zahlreicher Versuche an Katzen fand sich, dass ein Kilogramm Katze, wenn diese sich in bester Verdauung befindet, d h. wenn die Gallenabsonderung am reichlichsten ist, binnen einer Stunde 0,765 grm. frische oder 0,050 grm. eingetrocknete Galle ausscheidet, dagegen nach 10tägigem Hungern in der Stunde nur 0,094 gr. frische oder 0,0076 gr. bei 100° eingetrocknete Galle liefert.

Die Absonderung der Galle ist stetig; wie aber schon aus dem eben angeführten Beispiele hervorgeht, nimmt sie, je nach dem Zustande der Verdauung, zu oder ab; die genannten Experimentatoren

1) Die hier mitgetheilten Resultate dieser vortrefflichen noch nicht publicirten Arbeit verdanke ich der gefälligen Mittheilung des einen der Hrn. Experimentatoren Dr. C. *Schmidt*.

fanden, dass 10 bis 12 Stunden nach einer reichlichen Mahlzeit die Gallenabsonderung ihr Maximum erreicht, von da an aber bis 24 St. nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln bis auf die Menge herabsinkt, welche 1 bis 2 Stunden nach dem Essen ausgeschieden wurde. Bei fortgesetztem Hungern nimmt die Menge der ausgesonderten Galle immer mehr und mehr ab.

Entleert z. B. ein Kilogramm Katze in der zweiten Stunde nach dem Fressen von Fleisch 0,492 gr. frischer Galle (direct aus dem Gallengange durch die eingeführte Canüle aufgefangenes Lebersecret), so steigt dann die Menge ausserordentlich jäh, so dass in der vierten Stunde schon 0,629 grm. und nach der sechsten bereits 0,750 grm., in der achten 0,825 grm. und in der zehnten 0,850 grm. Galle abgesondert werden, so dass also bis zu 10 Stunden in jeder Stunde von der zweiten an die Menge der ausgesonderten Galle gleichmässig um 0,045 grm. vermehrt wird. Auch die nach der 10. Stunde erfolgende Abnahme der Gallensecretion findet ziemlich schnell statt, jedoch so, dass dann (von der 10. bis zur 24. Stunde) in jeder Stunde die Menge der ausgesonderten Galle um 0,028 grm. abnimmt.

Um auch das quantitative Verhältniss der Gallenabsonderung zu andern thierischen Excretionen zu erforschen, ein für die Würdigung der physiologischen Dignität der Galle höchst wichtiges Moment, haben *Bidder* und *Schmidt* eine Reihe von statistisch-analytischen Untersuchungen an mit Gallenfisteln versehenen Hunden, an einigen 40 Katzen, 13 Gänsen, mehrern Schaafen und Kaninchen ausgeführt, indem sie die secernirten Gallenmengen nach vorausgegangenen Messungen der exspirirten Kohlensäuremengen bestimmten: als Hauptergebniss dieser mühevollen Versuche stellte sich heraus: „nur $^1/_{10}$ bis $^1/_{40}$ des durch die Lungen ausgeschiedenen Kohlenstoffs wird in gleichen Zeiten in Form von Galle durch die Leber secernirt, so dass mindestens $^8/_9$ bis $^9/_{10}$ des verbrannten und exspirirten Brennmaterials nicht die Mittelstufe der Gallenbildung durchlaufen, sondern im Blutkreislauf verbleibend vollständig oxydirt werden.“

Um über den physiologischen Werth der Galle, der so verschieden beurtheilt worden ist, einen bestimmten Anhaltspunkt zu gewinnen, dürfte es nicht unpassend sein, vorher auf die Thatsachen, welche die Wissenschaft bis jetzt uns bietet, eine Ansicht über die Entstehung oder Bildung der Galle zu begründen. Man hat von jeher die Gallensecretion entweder als reine Function des Verdauungsprocesses oder als einen bestimmten Factor in der allgemeinen Oekonomie des thierischen Organismus betrachtet. Die Schwierigkeit, diese Fragen zu entscheiden, dünkt uns zur Hälfte gehoben, wenn es uns gelungen

sein wird, über die Bildung der Galle, d. h. über die Stoffe, aus denen ihre nächsten Bestandtheile gebildet werden, ins Klare zu kommen. Wir haben leider bereits im 1. Th. gesehen, dass die Genesis der einzelnen die Galle constituirenden Stoffe noch ziemlich in Dunkel gehüllt ist. Nichtsdestoweniger glaubten wir doch in gewissen thatsächlichen Versuchen und Beobachtungen für die eine oder die andere Hypothese eine logische Berechtigung zu finden. Was von den einzelnen Bestandtheilen, gilt auch von der Galle als Ganzem; doch werden folgende Thatsachen uns vielleicht den Weg andeuten auf dem wir zur Erkenntniss der Entstehung der Galle gelangen können. Der Ausgangspunkt der Untersuchung über diesen Gegenstand ist zunächst in Erledigung der Frage zu suchen, wo die Bildung der Gallenbestandtheile vor sich gehe, d. h. ob bereits im Blute oder erst im secernirenden Organe? Die Mehrzahl der vielfach constatirten Thatsachen spricht dafür, dass die Hauptbestandtheile der Galle erst in der Leber selbst und zwar aus einzelnen Bestandtheilen des dieser von der Pfortader zugeführten Blutes gebildet werden. Schon ein Vergleich der histologischen Formation der Leber mit der der Nieren deutet darauf hin, dass in der Leber eine reine Transsudation, ein blosses Durchfiltriren einzelner Blutbestandtheile wie bei den Nieren, nicht stattfinden könne. Wir wissen, dass in der Leber die feinsten Blutgefässe von den die Galle ausführenden feinsten Canälen durch eine dichte Lage ziemlich grosser Zellen getrennt sind, dass also in jedem Falle die aus dem Blute austretenden Stoffe erst lebensthätige Zellen passiren müssen, ehe sie in die Gallencanäle übertreten können. Diese Zellen können nicht mit Epithelialzellen, z. B. denen der Bellinischen Röhrchen, verglichen werden; denn sie selbst umschliessen die Endigungen der Gallencanäle (mögen diese blinde und ampullenförmig erweiterte Enden oder feinste Schlingen bilden); sollten die feinsten Gallencanälchen eine Membrana propria besitzen, so liegen jene reihenweisen und blinddarmförmig vereinigten Zellen ausserhalb derselben, sind also dadurch z. B. von den an der Harnabsonderung vollkommen unbetheiligten Epithelien der Canaliculi contorti der Nieren wesentlich verschieden. Besonders weist aber der durch das Mikroskop wahrnehmbare Inhalt dieser Zellen auf eine Umarbeitung des aus dem Blute resorbirten Materiales hin; man findet nämlich in ihnen ausser dem runden Kerne eine variable Menge kleiner Molecüle und Bläschen, die sehr häufig zu deutlichen Fetttröpfchen werden, sehr oft findet man sie auch erfüllt mit einer gelblichen Materie, die

bald als einzelne discrete Molecularkörnchen, bald als diffuse Masse erscheint. Was die farblosen Fettbläschen betrifft, so müssen diese nothwendiger Weise in den Zellen selbst eine Metamorphose erleiden, da in der Galle sich im Ganzen nur sehr wenig freies Fett vorfindet. Einigen von mir angestellten Beobachtungen zufolge, die ich über den morphologisch erkennbaren Inhalt der Leberzellen bei verschiedene Zeit nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln getödteten Hunden und Kaninchen anstellte, ist die physische Beschaffenheit des Leberzelleninhalts je nach der Dauer des Verdauungsprocesses verschieden. Diese und andere namentlich von *Meckel*[1]) und *Leidy*[2]) hervorgehobenen histologischen Verhältnisse deuten schon darauf hin, dass die aus dem Blute aufgenommenen Stoffe in diesen Zellen selbst erst zu Galle verarbeitet werden. Für diese Ansicht sprechen auch die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen physiologischen Thatsachen. Grossen Wasserfröschen öffnete *I. Müller* so wie nach ihm *Kunde*[3]), nach Trennung der Bauchhaut und Unterbindung der Pfortader von den Bauchdecken aus, die Unterleibshöhle; alle Anheftungspunkte der Leber wurden mit Fäden abgeschnürt und nun die Leber vollständig exstirpirt; die operirten Thiere wurden bei niedrer Temperatur in engen, trocknen Gefässen aufbewahrt und, wenn sie nach 2 bis 3 Tagen noch lebten, das Blut nach Amputation der Oberschenkel gesammelt. Da man aus *Blondlot's* Versuchen sowohl als aus pathologischen Beobachtungen zu schliessen berechtigt ist, dass 2 bis 3 Tage nach Verstopfung der Gallencanäle Icterus einzutreten pflegt, so hätte man hier im Blute sehr viel Gallenpigment und Gallensäure finden müssen, wenn die Bildung der wesentlichsten Gallenbestandtheile ausserhalb der Leber vor sich ginge: allein aller angewendeten Mühe ungeachtet war keine Spur jener von uns mit Sicherheit erwarteten Stoffe in solchem Blute zu finden.

Ich muss hier bemerken, dass wir im Anfange dieser Versuche zwar keinen Gallenfarbstoff, wohl aber Gallensäuren gefunden zu haben glaubten, indem wir uns erst später davon überzeugten, dass das Froschfett so wie elaïnreiches Fett überhaupt mit Zucker und Schwefelsäure eine der Cholsäure höchst ähnliche Reaction giebt. Nachdem wir aber diesen Irrthum erkannt und das Fett möglichst eliminirt hatten, war weder durch die *Pettenkofer*'sche Probe noch durch irgend ein andres Mittel (Herstellung von Taurin, Schwefelbestimmung des alkoholischen Auszugs u. dergl.) eine Spur von Galle nachzuweisen.

---

1) *Meckel,* Müller's Arch. 1846.
2) *Leidy,* Americ. Journ. of med. Science for Jan. 1848.
3) *F. Kunde,* Diss. inaug. Berol. 1850.

Es ist allerdings wohl nicht zu leugnen, dass die Schlussfolgerungen nach so bedeutenden operativen Eingriffen nur mit höchster Vorsicht zu ziehen sind, allein im Verein mit den genannten histologischen und den weiter zu erwähnenden physiologischen und pathologischen Thatsachen dürfte dieses Resultat unsrer Versuche doch nicht ohne alles Gewicht sein.

Es ist ferner bekannt, dass die Gallensecretion sich von allen andern Secretionen dadurch unterscheidet, dass sie von dem Capillarsysteme einer Vene ausgeht, und dass selbst das Blut der Leberarterien erst venös geworden ist, ehe es mit den feinsten Verzweigungen der Gallencanäle in Berührung kommt; denn, wie wohl *Kiernan* zuerst nachgewiesen hat, gehen die rami vasculares der Leberarterie in einen Venenplexus über, der sich nicht in die Lebervenen, sondern in die feinern (nicht die feinsten) Verzweigungen der Pfortader mündet und auf diese Weise den hepatischen Antheil oder die Leberwurzeln des Pfortadersystems bildet. Die Absonderung des Materials der Galle geschieht also aus rein venösem Blute. Ganz anders ist die Absonderung z. B. bei der Niere, der arterielles Blut und mit diesem die durch den respirirten Sauerstoff erst excrementitiell gemachten Stoffe (Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure u. s. w.) zugeführt werden, und wo diese Stoffe, ohne eine dichte Lage von Zellen passiren zu müssen, auf eine einfacher Transsudation sehr ähnliche Weise aus den Gefässen in die Harncanälchen übertreten. Dass in den „Leberläppchen" selbst, d. h. an den Orten, wo die feinsten Capillarnetze der Pfortader durch die Maschennetze der Leberzellen von den kleinsten Gallencanälen (nach *E. H. Weber* noch viel kleiner als das feinste Blutcapillargefäss) getrennt sind, die Umwandlung von Blutbestandtheilen zu Galle nur höchst langsam von Statten geht, also eine weiter ausgreifende Art der Metamorphose erzielt wird, geht wohl auch aus der grossen Langsamkeit hervor, mit welcher das Blut die Leber durchströmt. Erwägt man nämlich, dass das Blut der Pfortader bereits aus einem Capillarnetz gesammelt worden ist, und nun ohne weitere mechanische Hülfsmittel noch einmal den Widerstand der Reibung im zweiten Capillarnetz zu überwinden hat, dass überdiess die Venen, in welche die Pfortaderverästelungen sich münden, selbst eines gewöhnlichen Beförderungsmittels des Blutlaufs in den Venen, der Klappen, entbehren: so kann man sich den Blutlauf in der Leber nur als einen höchst langsamen vorstellen. *Joh. Müller* und *E. H. Weber* haben selbst durch directe mikroskopische Beobachtung an den Larven der Salamander und an Fröschen sich von der Richtigkeit jener Voraussetzung überzeugt. Bei dieser Sachlage können wir uns ebenso-

wenig darüber verwundern, dass *Bidder* und *Schmidt* erst 2 Stunden nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln die Gallensecretion sich vermehren und erst nach 10 Stunden ihren Höhepunkt erreichen sahen, als über die grosse Häufigkeit von Leberhyperämien und so oft damit zusammenhängenden Hämorrhoïdalcongestionen.

Wenn aber die grosse Langsamkeit des Blutlaufs in der Leber uns zur Annahme einer eigenthümlichen Verarbeitung des fraglichen Materials in den Leberzellen drängt, so deutet auch die Quelle der Stoffe, welche in das Pfortaderblut gelangen, auf eine eigenthümliche Function der Leber als metamorphosirenden Organes hin. Das aus dem Magen, dem ganzen Darmkanale und dem Mesenterium abströmende venöse Blut sammelt sich in der Pfortader; es muss also ein grosser Theil der von den Venen dieser Theile in keineswegs geringer Menge aufgesogenen Nahrungsstoffe der Leber zugeführt werden; auch die Venen des Pancreas und hauptsächlich die der Milz ergiessen ihr Blut in die Pfortader. Wir werden später bei der chemischen und physikalischen Untersuchung des Blutes sehen, dass der Character des Pfortaderblutes verschieden ist, je nachdem diese Vene mehr Blut aus dem Magen und Darmkanale während der Verdauung aufgenommen hat oder mehr Blut aus den Milzvenen, die an sich eine von anderm venösen Blute sehr differente Flüssigkeit führen. Wir werden aber sehen, dass das Lebervenenblut ebenso verschieden ist von dem Pfortaderblute (sei es verglichen mit dem während des Hungerns oder während des Verdauungsprocesses gesammelten), als von dem Blute jedes andern Venensystems. Das Blut erleidet in der Leber so auffallende Veränderungen, wie in keinem andern Organe bei seinem Uebergange aus dem arteriellen in den venösen Zustand. Diese Veränderungen sind aber nicht der Art, dass dieses Blut in der Leber einzelne Bestandtheile einfach abgäbe, sondern einzelne seiner Bestandtheile haben, wie wir weiter unten sehen werden, auch ganz bestimmt ausgesprochene chemische Veränderungen erlitten. Dazu kommt, dass die Gegenwart der wichtigsten Bestandtheile der Galle (trotz mancher gegentheiligen Behauptungen) in dem Pfortaderblute präformirt (wenigstens von mir, selbst wenn ich mit sehr grossen Mengen arbeitete) durchaus nicht nachgewiesen worden ist.

Die triftigsten Gründe gegen die Ansicht, wornach die Galle in der Leber selbst aus heterogenen Bestandtheilen gebildet werden soll, hat man theils aus der vermeintlichen Analogie der Gallensecretion mit der Nierensecretion, theils aus gewissen pathologischen Erschei-

nungen abgeleitet. Dass die Analogie zwischen Nieren- und Lebersecretion sich eigentlich nur auf das Wort Absonderung beschränkt, ist selbst aus den von uns gegebenen Andeutungen über die Verschiedenheit im Bau beider Organe schon ersichtlich. Was aber die aus der Pathologie entlehnten Thatsachen betrifft, so sprechen auch diese im Ganzen weit mehr für die Bildung der Galle in den Leberzellen, als für eine vorgängige Entstehung der Gallenbestandtheile im Blute. Gerade bei Erkrankungen des Leberparenchyms kommt Icterus sehr selten vor; bei Fettleber, Speckleber und der seltnen Lebertuberculose wohl niemals, ebensowenig bei der einfachen und rothen Atrophie der Leber, selbst bei granulirter Leber und Leberentzündung nur selten; constant stellt sich Icterus eigentlich nur bei Krankheiten der Gallenwege und acuter, gelber Leberatrophie ein. Würde durch Unterdrückung der Lebersecretion eine Anhäufung wahrhafter (chemisch nachweisbarer) Gallenstoffe im Blute bedingt, so müsste in den genannten Krankheiten, von welchen das Parenchym der Leber befallen wird, Icterus eben so häufig eintreten, als bei gehemmter Excretion der Galle. Nun ergreifen zwar jene Krankheiten selten das ganze Parenchym der Leber (Hepatitis nie; bei ihr kommt Icterus aber auch selten vor), so dass also wohl ein Theil der Leber immer noch für Ausscheidung der Galle aus dem Blute sorgen könnte: allein dagegen sprechen wiederum die Erfahrungen, wo neben dem Icterus noch sehr viel Galle in den Darm übergeht (z. B. oft bei Pyämie, beim gelben Fieber, nach Vipernbiss und selbst bei von Icterus begleiteten Pneumonien), sowie überhaupt Icterus vorkommen kann in Krankheiten, in welchen keine organische Veränderung des Leberparenchyms und der Gallengänge nachzuweisen ist. Es geht hieraus wenigstens so viel hervor, dass man aus dem Auftreten von Icterus nicht jedesmal auf eine Störung der Lebersecretion oder Gallenausscheidung schliessen und hierauf sein Urtheil über Unterdrückung der Gallenabscheidung oder Gallenbildung in der Leber begründen darf. Für die Beurtheilung der Gallenab- und ausscheidung aus dem Auftreten des Icterus fehlt es noch sehr an positiven Unterlagen; die verschiedenen Verhältnisse, welche den Eintritt desselben begleiten oder bedingen, sind noch so wenig erforscht, dass man selbst aus Zuständen, wie die acute gelbe Leberatrophie (wo neben plötzlichem Auftreten von Icterus selbst die Zellen der Leber veröden und zerstört werden) auf eine Bildung wahrer Galle im Blute zu schliessen keineswegs berechtigt ist.

Wir erlauben uns in dieser Hinsicht nur auf einige Punkte aufmerksam zu

machen, die bis jetzt für die pathologischen Verhältnisse noch keineswegs genügend erforscht sind: es ist z. B. durchaus noch nicht nachgewiesen, ob mit dem Eintreten des Icterus auch immer andre Gallenstoffe und besonders die coagulirten harzigen Säuren im Blute gefunden werden; ja es ist sogar einigen Beobachtungen nach nicht unwahrscheinlich, dass Icterus vorhanden sein kann, ohne dass die Gallensäuren im Blute gefunden werden. Wäre es bisher möglich gewesen nachzuweisen, welche Gallensäure, d. h. ob die gepaarten Säuren oder Cholsäure (Cholalsäure Str.) oder Choloidinsäure im Blute bei Icterischen oder Nichticterischen vorkomme: so hätte man etwa beurtheilen können, ob die Resorption derselben von der Leber aus durch die Lymphgefässe oder vom Darmkanale aus geschehen sei; allein jetzt können wir bei der Unsicherheit der Pettenkofer'schen Gallenprobe uns höchstens subjectiv von der Gegenwart gallenharziger Säuren überzeugen. Die Lymphgefässe spielen bei der Resorption der Galle unstreitig eine höchst wichtige Rolle, ja nur sie allein können von der Leber aus Galle resorbiren; denn die Venenplexus der Arteria hepatica münden ja in die Pfortader und würden den Leberzellen die eben erst resorbirte Galle wieder zuführen. Im Leichname imbibirt sich die Galle so leicht in benachbarte Theile; an lebenden Thieren finden wir diess nicht; wir würden die Imbibition der Galle wahrscheinlich aber auch im Leben beobachten, wenn dieselbe nicht alsbald durch die die Leberoberfläche wie die Gallengänge und Gallenblase begleitenden und umstrickenden Lymphgefässe alsbald resorbirt würde. Man glaubt sich überzeugt zu haben, dass manche Stoffe in den Lymphgefässen chemische Veränderungen erleiden; man weiss aber nicht, ob Gallenfarbstoff und Gallensäuren in dem gesunden Lymphsystem unverändert fortgeführt werden oder daselbst auch Umwandlungen erleiden. Wir wissen also nicht, ob bei jenen Krankheiten, wo Icterus ohne nachweisbare organische Veränderungen der Leber vorkommt oder wo neben Icterus viel Galle in den Darm übergeht, die Lymphgefässe vielleicht ihre Schuldigkeit nicht thun. Nach Versuchen von Injectionen filtrirter Galle in die Venen zu schliessen, dürfte wohl das Blut im normalen Zustande die Fähigkeit besitzen, umwandelnd auf die Gallenstoffe einzuwirken; kann doch bei vollkommner Verstopfung des Ductus choledochus das Leben jahrelang leidlich bestehen; man weiss aber nicht, ob das Blut in fieberhaften und entzündlichen Zuständen, wo die Oxydation desselben erheblich vermindert ist, die Fähigkeit verliert, diese Gallenstoffe gleich den Extractivstoffen, der Harnsäure, dem Cystin u. s. w. umzusetzen. Warum tritt zu Fettleber Icterus nur, wenn acute Krankheiten intercurriren? Warum kommt bei Speckleber, wo selbst eine wenig gefärbte, wässrige Galle abgesondert wird, niemals Icterus vor; während doch die in das Leberparenchym eingebettete colloïde Substanz die Leberzellen unversehrt gelassen hat? Bei granulirter Leber findet man viele der feineren Gallengänge obliterirt, die Lebergranula daher mit Galle erfüllt, und doch fehlte während des Lebens der Icterus. Die acute gelbe Leberatrophie ist eine (ausser von *Rokitansky*) noch wenig beobachtete und noch weniger untersuchte Krankheit; von den chemischen Metamorphosen in derselben wissen wir nichts. Es will uns also scheinen, als ob man aus den nackten Beobachtungen am Krankenbette und Secirtische noch nicht berechtigt sei, Folgerungen für eine Bildung der Galle im Blute und auf einen Icterus wegen Unterdrückung der Gallensecretion zu deduciren.

Ist nun die Ansicht, welche den Heerd der Gallenbildung in die Leber selbst versetzt, durch die angeführten anatomischen und physiologischen Thatsachen höchst wahrscheinlich gemacht und durch unsre pathologischen Erfahrungen wenigstens nicht widerlegt, so liegt es nahe, die der Leber zugeführten Säfte mit den aus ihr wieder abfliessenden zu vergleichen; denn gerade durch den Vergleich des Aufgenommenen mit dem wieder Abgehenden dürfen wir hoffen, gewisse Anhalts- und Begrenzungspunkte zu gewinnen, um uns ein chemisches Bild von der Bereitung der Galle aus verschiedenen organischen Elementen verschaffen und wenigstens nicht allzuweit von der Wahrheit abirren zu können. Ist es einmal constatirt, dass die Pfortader hauptsächlich der Leber das Material zuführt, so haben wir wohl im Blute dieser Vene die Stoffe zu suchen, welche zur Gallenbereitung verwendet werden; gelangt nun die chemische Untersuchung so weit, dass wir einen Vergleich zwischen der Constitution des Pfortaderbluts und der des Lebervenenbluts anstellen können, so muss aus diesem selbst ein Hinweis auf die Entstehung der Galle und die Function der Leber hervorgehen.

Leider ist die chemische Analyse noch nicht so weit, um allen, ja nur vielen erwarteten Aufschlüssen Rechnung zu tragen: allein einzelne der Beweise, welche für diese oder jene Anschauungsweise geltend gemacht worden sind, können doch durch sie erhärtet oder widerlegt werden. Wir werden unter „Blut" ausführlicher auf die von uns ausgeführten Parallelanalysen des Pfortader- und Lebervenenbluts eingehen und daher in der folgenden Deduction nur auf die bezüglichen Resultate derselben hinweisen.

Der Vergleich beider Blutarten scheint uns weit mehr durch die Mangelhaftigkeit unsrer chemisch-analytischen Mittel, als etwa durch das dem Lebervenenblute beigemengte, aus der Leberarterie entsprungene Blut und die durch die Lymphgefässe dem zugeführten Material entzogenen Stoffe getrübt zu werden. Was die Zufuhr des venös gewordenen Bluts der Leberarterien betrifft, so ist diese jedenfalls sehr gering; denn abgesehen von dem Lumen der Leberarterie, welches dem der Pfortader um ein bedeutendes nachsteht (Querschnitt der Leberarterie = 4,909 Quadratlinien, der der Pfortader = 38,484 □‴ *Krause* und *Valentin*) muss aus einfachen physikalischen Gründen die Schnelligkeit des Blutlaufs in den von der Leberarterie abhängigen Venen fast ebenso gering werden, als in den gleich grossen Pfortadercapillaren. Die Lymphgefässe scheinen aber mehr das Material, welches aus der durch die Leberarterie vermittelten Ernährung der Gefässe und Gallengänge hervorgegangen ist, aufzusaugen, und ausserdem etwa bereits gebildete Gallenstoffe abzuführen. Aus diesen Gründen dürfte wohl der Vergleich zwischen dem Blute des zuführenden und abführenden Venensystems immer noch ziemlich stringent bleiben.

Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Gallenstoffe über, und fragen, ob diese und welche im Pfortaderblute bereits präformirt enthalten sind, so gelangen wir zu dem Resultate, dass gerade die wesentlichsten Bestandtheile der Galle in dem Pfortaderblute nicht nachweisbar sind. Die Gegenwart der harzigen Gallensäuren, also haupt-

sächlich Cholsäure oder Choloidinsäure, in der Pfortader haben selbst diejenigen gemuthmasst, welche nicht an eine Bildung dieser Säuren ausserhalb der Leber glauben; ja man musste sie erwarten, da man die Resorption eines Theils der in den Darmkanal ergossenen Galle von den Venen aus annehmen zu dürfen glaubte, und da alsdann die Rudimente jener resorbirten Galle nothwendiger Weise sich in der Pfortader wieder sammeln mussten; allein diese harzigen Gallensäuren sind im Pfortaderblute selbst bei der sorgfältigsten unter den verschiedensten Verhältnissen angestellten Untersuchung durchaus nicht nachzuweisen. Wenn man z. B. durch Zucker und Schwefelsäure Gallenstoffe im Pfortaderblut gefunden zu haben glaubt, so ist dies ein Irrthum, herbeigeführt durch die der Pettenkofer'schen Probe ähnliche Reaction der Elaïne und Oelsäure.

Wir haben bereits im ersten Theile (S. 131 u. 279 ff.) hauptsächlich aus dem Reichthum des Pfortaderbluts an Elaïn (durch welchen es sich vom Blute jeder andern Vene und auch dem der Lebervenen unterscheidet) die chemischen Gründe zu erhärten gesucht, die uns zu der Hypothese veranlassten, die Cholsäure als eine gepaarte Säure zu betrachten, constituirt aus einer nicht isolirbaren Modification der Oelsäure und einem Kohlenhydrat. Wer das Pfortaderblut selbst untersucht, wer es mit dem Lebervenenblute oder dem anderer Venen verglichen hat, wird fast unwillkührlich dazu gedrängt, dem ölreichen Fette, welches im Pfortaderblute in überwiegender Menge, im Lebervenenblute in nur geringer Menge enthalten ist, einen wesentlichen Antheil an der Gallenbildung beizumessen; denn das Blut ist bei seinem Eintritte in die Leber reich an Elaïn, bei seinem Austritte aus derselben dagegen sehr arm daran; das Fett des Lebervenenblutes ist daher auch viel consistenter und enthält relativ mehr Margarin. Durchschnittlich sind in 100 Th. des festen Rückstandes des Pfortaderbluts nur 3,225 Th., in dem des Lebervenenblutes aber nur 1,885 Th. Fett enthalten.

Wir kommen hier nicht auf die chemischen Gründe zurück, welche für die Bildung der Cholsäure aus Oelsäure sprechen, müssen aber nachträglich in Bezug auf diesen Gegenstand noch folgendes hinzufügen: Fettsäure durch trockne Destillation aus der Cholsäure zu erzeugen, ist mir auch bis heute noch nicht gelungen; dagegen habe ich mich überzeugt, dass aus Cholsäure durch Salpetersäure nicht nur die Säuren der Buttersäuregruppe (*Redtenbacher*), sondern auch die der Bernsteinsäuregruppe, d. h. insbesondere Lipinsäure und Korksäure, gleich wie aus Oelsäure (*Laurent*), erzeugt werden können. Uebrigens fand *Kunde*, wie oben erwähnt, dass nicht blos Froschfett, sondern auch jedes andre

elaïnreiche, thierische oder vegetabilische Fett mit Schwefelsäure und Zucker eine intensiv purpurviolette Färbung gibt, eine Reaction, welche mit anderm elainfreien Fett durchaus nicht eintritt, am vollkommensten aber mit reiner Oelsäure gelingt. Die Reaction der Oelsäure unterscheidet sich unsern Erfahrungen nach von der der Cholsäure nur dadurch, dass sie weit langsamer und zwar nur unter Zutritt von atmosphärischer Luft stattfindet. Da ich keine Absorption eines Gases beobachten konnte, so glaubte ich, die Oelsäure könne in der Cholsäure vielleicht in der Modification der Elaïdinsäure enthalten sein; allein auch Elaïdinsäure gab die Reaction mit Zucker und Schwefelsäure weit langsamer als Cholsäure.

Vor Kurzem hat *M. S. Schultze*[1]) dieselbe Beobachtung mit der Elaïne gemacht. Derselbe hat besonders darauf hingewiesen, dass die Proteïnkörper mit Zucker und Schwefelsäure eine ähnliche violette Färbung geben; wir haben dasselbe bei mehrern ätherischen Oelen, z. B. Terpenthinöl, Kümmelöl gefunden[2]). Die Pettenkofer'sche Probe ist aber darum keineswegs zu verwerfen; sie muss nur mit derselben Vorsicht angewendet werden, wie sie bei Anstellung jeder chemischen Reaction unerlässlich ist.

Mit dem Fette des Lebervenenblutes erhält man durch Zucker und Schwefelsäure dieselbe Reaction, wie mit dem des Pfortaderblutes; stellt man diese Reaction mit Vorsicht an, so muss man die subjective Ueberzeugung erlangen, dass weder in dem einen noch in dem andern Blute Galle enthalten ist; übrigens gelingt sie eben nur mit dem in Aether löslichen Theile jener Blutarten, nicht aber mit den blos in Alkohol löslichen Extractivstoffen; was wohl auch dafür spricht, dass man es hier nicht mit Gallenstoffen zu thun hat.

Die positiven Erfahrungen, welche *Bidder* und *C. Schmidt* über die Lebersecretion an Thieren unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen gemacht haben, scheinen für den ersten Blick gegen diese Hypothese zu sprechen. Diese höchst zuverlässigen Beobachter fanden nämlich, dass fette Thiere beträchtlich weniger Galle liefern als magere, und mit Fett (Speck, Rindsfett) gefütterte wiederum weniger als solche, die möglichst fettfreie Fleischnahrung erhielten, dass aber beim Hungern jene Differenzen sich ausglichen. Wenn fette Thiere weniger Galle liefern als magere, so steht diese Erfahrung nur im Einklange mit der anderweit beobachteten Thatsache, dass in einem Organismus, der zu reichlicher Fettablagerung disponirt ist, der Stoffumsatz im Allgemeinen langsamer und in geringerem Grade vor sich geht; wir erinnern nur daran, dass fette Thiere in gleichen Zeiten auch weniger Kohlensäure exspiriren, als magere, aber kräftige. Der Schluss dürfte wohl nicht so zu fassen sein: fette Thiere und fettsüchtige Menschen liefern wenig Galle, weil sie fett sind, sondern so: dieselben werden fett, weil sie wenig Galle absondern.

Dass bei ausschliesslicher Fettnahrung die Thiere weniger Galle

---

1) *M. S. Schultze*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 71. S. 270.

2) *Kunde*, De hepatis ranarum exstirpatione diss. inaug. med. Berol. 1850.

excerniren, darf wohl nicht Wunder nehmen, da zur Gallenbildung nicht alles Fett und dieses nicht einzig und allein verwendet wird; denn wir werden sogleich sehen, dass das Fett nur einen Theil des zur Gallenbildung nöthigen Materials ausmacht. Dass übrigens ein Uebermaass von Fett der Gallenabsonderung nachtheilig sei, lehrt uns die tägliche pathologische Erfahrung an Fettlebern, welche, während die Leberzellen durch das Fett oft um das Doppelte ausgedehnt sind, bei weitem weniger Galle absondern, als normale.

Wenn endlich hungernde Thiere mehr Galle aussondern, als ausschliesslich mit Fett gefütterte, so stimmt auch diese Erfahrung nicht gegen jene Hypothese; denn viel Zucker hebt die Weingährung auf, viel Fett ist auch der Gallenbildung in den Leberzellen nachtheilig. Bei der Gewebsmetamorphose, so weit wir sie beim Verhungern beobachten können, fallen auch nicht blos die stickstoffhaltigen Gewebstheile der Umwandlung anheim, sondern gerade das Fett sehen wir bei der Inanition besonders rapid schwinden. Von der Möglichkeit einer Fettbildung aus Proteïnkörpern ist übrigens schon im 1. Th. die Rede gewesen. Wenn aber die Erfahrungen der genannten geachteten Forscher nicht so zu deuten wären, wie wir dies versucht haben, so würde die Erfahrung, dass mehr Fett in die Leber hineingeht, als herauskommt, vollkommen unerklärlich bleiben.

Sollten wir uns trotzdem den Ansichten jener geachteten Forscher gegenüber im Irrthume befinden, so denken wir wenigstens zu einer mehrseitigen Betrachtung dieses für die physiologische Chemie so wichtigen Gegenstandes beigetragen zu haben.

Für ein zweites Element, welches zur Bildung der Galle erforderlich ist, müssen wir den Zucker oder überhaupt ein Kohlenhydrat betrachten. Jene chemische Gleichung, vermöge deren sich die Cholsäure als constituirt aus Oelsäure und Zucker betrachten lässt, würde nicht mehr Werth haben, als jede andre, die sich bei dem hohen Atomgewichte der Cholsäure sehr leicht aufstellen liesse, wenn nicht andre Gründe noch für jene Ansicht sprächen. Wir haben bereits im ersten Theile (S. 298) erwähnt, dass *Cl. Bernard* und *Barreswil* im Lebergewebe Zucker gefunden haben, eine Entdeckung, die wir eignen Untersuchungen nach bestätigen konnten, und die *Frerichs*[1]) neuerdings auch an zahlreichen Thier- und Menschenlebern wiederholt gemacht hat. Letzterer Forscher überzeugte sich übrigens, dass dieser Zuckergehalt der Leber völlig unabhängig von der Nahrung der Thiere war, wenigstens insofern als er auch in der Leber solcher Thiere gefunden

1) *Frerichs*, a. a. O. S. 831.

wurde, welche lange Zeit hindurch nur von Animalien genährt worden waren. Wir haben S. 299 des ersten Th.'s auf die Gründe hingewiesen, die es wahrscheinlich machten, dass auch aus Proteïnkörpern im thierischen Organismus sich Zucker bilden könne. *Scherer*[1]) hat neuerdings im Muskelsafte eine besondere nicht gährungsfähige Zuckerart nachgewiesen, und *C. Schmidt*[2]) hat sich überzeugt, dass in jedem normalen Blute ein geringer Gehalt an Zucker vorkomme. Von der Pfortader aus wird aber der Leber während der Verdauung vegetabilischer Nahrungsmittel stets eine mehr oder minder grosse Menge Zucker zugeführt; denn wir wissen einerseits, dass der im ganzen Verlaufe des Darmkanals allmälig aus dem Stärkmehl hervorgehende Zucker grösstentheils von den Venen absorbirt wird, andrerseits aber, dass die Venen des Magens, der dünnen sowie der dicken Gedärme, sich in die Pfortader ergiessen; man findet daher bei jeder sorgfältigen Untersuchung des Pfortaderblutes grösserer pflanzenfressender Thiere ziemlich constant Zucker in demselben, während dieser (von mir wenigstens) weit seltner im Chylus mit Sicherheit nachzuweisen war. Wir können daher mit *Frerichs* kaum anders glauben, als dass der im Leberparenchyme gefundene Zucker neben andern Bestandtheilen des Pfortaderblutes, wenigstens theilweise, mit zur Gallenbildung verwendet werde, obgleich noch ein grosser Theil des in der Leber selbst gebildeten Zuckers durch die Lebervenen in die Gesammtblutmasse übergeführt wird. Dass der Zucker, wenn unsre Hypothese von der Constitution der Cholsäure richtig ist, 6 At. Wasser bei der Paarung mit Oelsäure verliert, ist nach unsern bisherigen Erfahrungen über Paarung nicht zu verwundern; es ist aber in der Cholsäure nach jener Paarung ebensowenig Zucker als solcher anzunehmen, als Glycin in der Hippursäure (vergl. d. 1. Th. S. 196.)

C. Schmidt, obgleich (wie oben erwähnt) Gegner der Ansicht einer Bildung der Galle aus Fett, stellt doch die scharfsinnig ausgedachte Hypothese auf, dass bei der Fettmetamorphose im Thierkörper aus den neutralen Fetten, d. i. dem fettsauren Glycerin, sich Zucker und Cholsäure (Cholals. Str.) bilde; es ist nämlich eine interessante Erfahrung, dass, wenn wir uns $^1/_7$ des Wasserstoffs des Glycerins ($= C_6 H_7 O_5$) substituirt denken durch 1 Aeq. Sauerstoff, wir die Formel wasserfreien Krümelzuckers ($= C_6 H_6 O_6$), und wenn wir die Fettsäure (entsprechend der generellen Formel der festen Fettsäuren $= C_n H_{n-1} O_3$) $= C_{48} H_{47} O_3$ annehmen, und uns in dieser wieder 7 Aeq. Wasserstoffs durch Sauerstoff ersetzt denken, die Formel der Cholsäure $= C_{48} H_{39} O_9 . HO$ erhalten.

1) *Scherer*, Verhandl. der physik. med. Gesellschaft in Würzburg. 1850. S. 51—55.

2) *C. Schmidt*, Charakteristik der epid. Cholera. S. 162.

C. Schmidt bemerkt gegen *Bernard's* „Zuckerbildung in der Leber", dass sich im Blute der Vena cava ebensogut Zucker finde, als in dem der Pfortader; ich muss hinzusetzen, dass ich sogar in dem Blute der Lebervenen Zucker (vergl. unten: „Blut") und zwar bei weitem mehr, als in dem der Pfortader und dem der Jugularvenen gefunden habe. Nach 5 an den Blutarten verschiedener Pferde gemachten Bestimmungen fand ich constant 10 — 16mal mehr Zucker im festen Rückstande des Serums vom Lebervenenblute, als in dem des Pfortaderblutserums; ja wenn die Thiere vorher gehungert hatten, konnte ich im Pfortaderblute gar keinen Zucker finden, während derselbe im Lebervenenblute leicht zu finden und durch Gährung quantitativ zu bestimmen war. Es kann also kein Zweifel sein, dass bei den Umwandlungen, welche das Blut in der Leber erleidet, zugleich Zucker gebildet wird. Sehen wir nun ein Plus von Fett und ein Minus von Zucker in die Leber hineingehen, dagegen ein Minus von Fett und ein Plus von Zucker heraustreten, so dünkt uns für den ersten Blick die Ansicht ganz einfach, ja mathematisch sicher, dass nach der oben angeführten *Schmidt*'schen Hypothese das Fett in der Leber in Cholsäure und Zucker zerfalle: allein so ansprechend dieselbe ist, so muss doch erwogen werden, dass auch aus andern Stoffen eine Zuckerbildung gedacht werden kann. Wir werden später nachweisen, dass in der Leber auch stickstoffhaltige Materien zu Grunde gehen, und haben schon im 1. Th. als möglich dargethan, dass auch aus der Zersetzung solcher Stoffe Zucker entstehen kann; durch *Scherer's* Entdeckung des Inosits (Muskelzuckers) ist dies noch wahrscheinlicher geworden. Endlich kennen wir die extractartigen Substanzen, an denen das Pfortaderblut keineswegs arm ist, noch zu wenig, als dass wir eine Umwandlung einzelner derselben in Zucker zu läugnen berechtigt wären.

Es geht aus diesem Allen hervor, dass wir, wollen wir uns nicht blos mit Aufstellung chemischer Formeln und Gleichungen begnügen, immer noch sehr weit davon entfernt sind, die einzelnen Stadien des thierischen Stoffwechsels zu deuten und die Formen der Umwandlung und Bildung einzelner Stoffe nachzuweisen; doch wächst mit jedem Tage die Menge der Beobachtungen, die die Möglichkeit und Zahl von Hypothesen auf immer engere und engere Grenzen zurückführt. So lässt sich auch nach den jetzt gewonnenen Thatsachen nicht mit Bestimmtheit entscheiden, welche von den Hypothesen über die Bildung der Cholsäure, die *Schmidt*'che oder die von mir aufgestellte, der Wahrheit näher kommt; vielleicht ist keine von beiden richtig. Indessen dünkt uns gegen die *Schmidt*'sche Hypothese und zu Gunsten der unsrigen zu sprechen: dass uncopulirte Säuren von 9 At. Sauerstoff in der Chemie mindestens sehr ungewöhnlich sind, dass Oelsäure, aber nicht die festen Fettsäuren (von der generellen Formel $C_n H_{n-1} O_3$), die *Pettenkofer*'sche Reaction geben, und besonders dass im Lebervenenblute sich bei weitem weniger öliges Fett vorfindet, als im Pfortaderblute (relativ aber mehr festes). Nur so viel steht wohl nach der angeführten Erfahrung fest, dass die Leber allerdings eine Bildungsstätte des Zuckers ist.

Es ist sehr leicht begreiflich und wohl nicht in Zweifel zu ziehen, dass die stickstoffhaltigen Paarlinge der Cholsäure (Cholals. Str.) aus der regressiven Metamorphose der stickstoffhaltigen Theile des Thier-

körpers, also besonders aus der Gewebsmetamorphose hervorgehen: allein die physiologische Chemie soll nicht blos Andeutungen über die Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten in den thierischen Processen geben, sondern sie soll, wenigstens künftig, uns auch lehren, nach welchen chemischen Gleichungen die Umsetzungen der einzelnen Thiersubstanzen vor sich gehen und auf welche Weise und in welcher Stufenleiter die Umwandlungen selbst erfolgen. Von diesem Ziele sind wir allerdings noch sehr weit entfernt, allein es wird Zeit, dass wir auch für dieses Ziel bereits Hülfsmittel und Kräfte sammeln. Aus diesem Gesichtspunkte würde es nicht unwichtig sein, nachzuweisen, ob der glycin- oder tauringebende Paarling bereits im Pfortaderblute präformirt (frei oder in gebundenem Zustande) enthalten sei. Was zunächst das Glycin betrifft, so ist dasselbe aller angewendeten Mittel (vergl. Th. 1. S. 158) ungeachtet nicht im Pfortaderblute gefunden worden (es wurden über 450 gr. Pfortaderblut zu dem Zwecke verwendet); es ist durch diese Erfahrung zwar noch nicht als erwiesen anzusehen, dass kein Glycin im Pfortaderblute vorkomme, da die Unzulänglichkeit unsrer chemischen Hülfsmittel die Ursache dieses negativen Resultates sein könnte: allein wenigstens ist die entgegengesetzte Ansicht, wonach das Glycin der Cholsäure erst in der Leber gebildet wird, durch diese Untersuchung nicht widerlegt, während wir weiter unten die Gründe kennen lernen werden, welche dafür sprechen, dass das Glycin erst in der Leber aus der Umwandlung stickstoffhaltiger Materien hervorgehe. Ebenso wenig gelang es uns im Pfortaderblute präformirtes Taurin nachzuweisen.

Von *Fr. Chr. Schmid*[1]) ist die Asche des Pfortaderblutes reicher an Schwefelsäure gefunden worden, als die des Jugularvenenbluts; man könnte daher auf den Gedanken kommen, die Schwefelsäure des Pfortaderbluts werde in der Leber mit zur Bildung des schwefelhaltigen Paarlings verwendet; allein dem ist nicht also. Bekanntlich ist die Schwefelsäurebestimmung in jeder Aschenanalyse die unsicherste Bestimmung, die nur in der analytischen Chemie vorkommt, da zu viel von Nebenumständen (Art des Glühens, Gegenwart schwer verbrennlicher Kohle oder Mangel an Alkalien, mit denen sich die gebildete Schwefelsäure verbinden könnte) abhängt, ob mehr oder weniger Schwefel verflüchtigt wird. Aber selbst nach dieser ungenauen Bestimmung fand ich zwischen Pfortader- und Lebervenenblut nicht die

1) *Fr. Chr. Schmid,* Haller's Arch. Bd. 4. S. 323.

Differenz, welche *Schmid* zwischen Pfortader- und Jugularvenenblute gefunden hat. Die präformirte Schwefelsaure im Wasserextracte des Pfortader- und Lebervenenbluts scheint variabel zu sein; allein durchgängig erhielt ich für das Serum des Lebervenenbluts immer etwas mehr Schwefelsäure, als für das des Pfortaderbluts; diese Vermehrung ist indessen nur relativ; denn das Serum der Pfortader, indem es sich in das der Lebervenen verwandelt, verliert nicht nur viel Wasser, sondern auch Albumin, wie wir später nachweisen werden. So viel dürfte aber wohl hieraus mit Sicherheit hervorgehen, dass präformirte Schwefelsäure eben so wenig zur Bildung des schwefelhaltigen Paarlings beiträgt, als sie in die Galle übergeht. (Vergl. Th. 1. S. 453).

Vergleicht man aber durch Anwendung trockner Oxydationsmittel, z. B. Kali und Salpeter, den Schwefelgehalt beider Blutarten, so stellt sich allerdings ein grösserer Reichthum des Pfortaderblutrückstands an Schwefel heraus. Durchschnittlich fand ich in 100 Th. des festen Rückstands des Pfortaderbluts = 0,393 Th. Schwefel (alle Schwefelsäure auf Schwefel berechnet), in dem des Lebervenenblutes 0,331 Th. Der zur Bildung jenes Paarlings verwendete Schwefel ist also im Pfortaderblute bereits ebenso verborgen (unoxydirt) oder gebunden, wie im Paarlinge selbst. Es wäre nun zu erforschen, von welcher Substanz er seinen Ursprung nimmt?

Im spirituösen Extracte des Pfortaderbluts (nachdem der Rückstand bereits mit Aether und Alkohol extrahirt war) fand ich eine Substanz, welche beim Einäschern mit Salpeter Schwefel liefert (sie wird auch erhalten, wenn das Blut vorher neutralisirt worden war, kann also nicht von durch Spiritus gelöstem Natronalbuminat herrühren); indessen findet sich auch diese im Lebervenenblute in geringerer Menge. Aus diesem schwefelhaltigen Extractivstoffe könnte möglicher Weise das schwefelreiche Taurin hervorgehen. Doch möchte wohl die hauptsächliche Quelle des Schwefels der Galle und des Taurins insbesondere in dem völligen Untergange des Fibrins in der Leber zu suchen sein. Ich werde nämlich unter „Blut" nachweisen, dass die Menge des Fibrins im Lebervenenblute verschwindend klein ist, ja dass ich in demselben mehrmals gar kein Fibrin entdecken konnte. Das, was in den von *Schultz* und *Simon* früher ausgeführten Analysen des Lebervenenblutes als solches berechnet worden ist, darf nicht für Fibrin gehalten werden, sondern es sind nichts, als die Hüllen der durch Wasser ihres Inhalts beraubten Blutkörperchen. Mögen daher die sogenannten Extractivstoffe mit zur Bildung der stickstoff- und

schwefelhaltigen Paarlinge der Cholsäure beitragen oder nicht, so ist es doch nicht unwahrscheinlich, dass das Fibrin des Pfortaderblutes mit dazu verwendet wird. Dass aber jene Paarlinge erst in der Leber gebildet werden, dafür dürfte nicht blos ihr Fehlen im Pfortaderblute sprechen, sondern ein rein chemischer Grund: wie wir im 1. Th. gesehen haben, sind in der Glyko- und Taurocholsäure Glycin und Taurin nicht füglich als präformirt anzusehen; es ist aber die gewöhnliche Regel (von der nur wenige Ausnahmen bekannt sind), dass die so gepaarten Verbindungen nicht aus den Paarlingen gebildet werden, in welche sie bei der Zersetzung zerfallen; es ist also nach den bisherigen chemischen Erfahrungen unwahrscheinlich, dass jene gepaarten Säuren aus bereits präformirtem Taurin oder Glycin und Cholsäure gebildet würden. Ueberdiess lässt sich aber im thierischen Organismus, wo wenigstens complexere Verbindungen in einfachere zerlegt werden (wo die sg. retrograde Metamorphose vorwaltet), wohl nicht erwarten, dass namentlich bei der Bildung von Ausscheidungsstoffen einfachere Substanzen sich zu complicirteren vereinigen.

Messen wir dem in der Leber zerfallenden Fibrin einen grossen Antheil an der Bildung der oft genannten Paarlinge bei, so müssen wir auch zugleich dem Einwande begegnen, das Fibrin könne zur Bildung der in der Lebervene in so grosser Menge gefundenen jungen Blutkörperchen verwendet worden sein. Zwar habe ich die Beschaffenheit des Pfortaderfibrins bei frisch getödteten Thieren nie so different von dem anderer Venen gefunden, wie *Fr. Chr. Schmid*[1]): allein etwas weniger contrahirbar und weniger dicht pflegt es immer zu sein, als das aus anderm Venenblute. Das scheint aber doch wenigstens nicht die Form zu sein, in der es zur Gewebs- oder Blutkörperchenbildung tauglich ist. Dagegen ersehen wir aus einem Vergleiche des Pfortaderblutserums mit dem der Lebervenen, dass das Eiweiss in letzterem erheblich abgenommen hat und wahrscheinlich zum Zwecke der Blutzellenbildung verwendet worden ist. Meinen Untersuchungen nach steht nämlich im Pfortaderblutserum das Albumin zu den übrigen festen Stoffen in dem Verhältnisse wie 100 : 12,5, dagegen im Lebervenenblute (wo die Salze überdies noch um 0,3 verringert sind) wie 100 : 27,4. Ausserdem enthält aber das Lebervenenblut absolut und relativ viel weniger Serum als das Pfortaderblut; wenn z. B. im Pfortaderblute die Intercellularflüssigkeit zu den feuchten Blutzellen im Verhältnisse =

1) *Fr. Chr. Schmid*, a. a. O.

100 : 150 steht (dies war der Fall, wenn Pferde 5 Stund n nach dem Fressen getödtet wurden), so ist im Lebervenenblute das Verhältniss der Intercellularflüssigkeit zu den Zellen = 100 : 330; oder ist (10 St. nach dem Fressen) das Verhältniss im Pfortaderblute = 100 : 35, so wird das im Lebervenenblute = 100 : 138 gefunden. Das Pfortaderblut verliert also bei seiner Umwandlung in Lebervenenblut einen sehr grossen Theil seines Serums, von diesem aber besonders viel Albumin. Das gerinnbare, lösliche Albumin des Pfortaderblutes ist also zweifelsohne in den erheblich vermehrten Cruor des Lebervenenblutes zu einem grossen Theile übergegangen. Ist die Hypothese nicht zu gewagt, anzunehmen, dass dieser Theil Albumin zur Bildung der Hüllen der Blutkörperchen verwendet werde, so ist der Schwefelreichthum der Galle leicht erklärt; denn die Hüllen der Blutkörperchen des Lebervenenblutes enthalten keinen Schwefel, wie weiter unten weiter nachgewiesen werden wird.

Ein anderer wesentlicher Bestandtheil der Galle ist das Pigment; auch dieses ist in dem Pfortaderblute präformirt nicht nachzuweisen; es ist aber schon (im 1. Th. S. 325) davon die Rede gewesen, das Gallenpigment bilde sich möglicher Weise aus dem Blutpigmente; wir kommen daher nicht weiter auf die Gründe dieser Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit zurück, erwähnen aber hier blos, dass, wenn das Cholepyrrhin wirklich aus der Umwandlung des Hämatins hervorgeht, dies wenigstens im normalen Zustande auch in der Leber geschehen wird. Es scheint nämlich keine blosse Phantasie zu sein, wenn man die verzerrten, fleckigen, unregelmässigen Blutkörperchen im Pfortaderblute hungernder Thiere für alternde Zellen hält; denn wir finden wenigstens, dass die aus der Leber durch die Lebervenen hervorgehenden Blutzellen ganz den Charakter zeigen, welche man den jugendlichen Blutzellen zuschreibt; die Pfortaderblutzellen werden also wohl in der Leber nicht verjüngt, sondern gehen daselbst unter, und ihre Trümmer werden zum Theil (wie z. B. das Eisen) zur Bildung von neuen Blutkörperchen verwendet, zum Theil aber in Ausscheidungsstoffe verwandelt; es ist also wohl denkbar, dass das Hämatin unter Verlust von Eisen sich in Cholepyrrhin umwandele, welches in den Gallencanälchen den andern Bestandtheilen der Galle sich beimengt. In mehrern vergleichenden Analysen beider Blutarten fand ich in 600 grm. Blutzellen des Pfortaderblutes = 0,384 grm. metallisches Eisen, in den jenen entsprechenden 760 grm. Blutzellen des Lebervenenblutes = 0,333 grm. Eisen. Es geht hieraus trotz der Grösse der

hierbei möglichen Beobachtungsfehler so viel mit Sicherheit hervor, dass das Eisen der alternden Blutkörperchen des Pfortaderblutes mehr als ausreichend ist, um die jungen Blutzellen des Lebervenenblutes mit der ihm nöthigen Eisenquantität zu versorgen. Würden wir die Ansicht für statthaft halten, dass der Eisengehalt der Blutkörperchen oder des Hämatins auf dessen Farbe influenzire, so würden wir hierbei auf die durchaus verschiedene Färbung des Pfortader- und Lebervenenbluts aufmerksam machen; schon *Fr. Chr. Schmid* hat auf die dunkelbraune, zuweilen sammetartig schwarz erscheinende Farbe des Pfortaderblutkuchens aufmerksam gemacht; die Blutkörperchen des Lebervenenbluts erscheinen aber, namentlich in dünnern Schichten, immer intensiv purpurviolett, eine Färbung, die ich am Pfortaderblute nie beobachtet habe, auch in anderm Venenblute nie in diesem Grade. Ob jenes Minus von Eisen im Lebervenenblute hier nur durch Beobachtungsfehler bedingt sei, oder als in die Galle übergegangen betrachtet werden müsse, wage ich trotz dreier sehr gut übereinstimmender Versuche nicht zu entscheiden. Da man jedoch in der Galle so oft Eisen gefunden hat, so dürfte die gefundene Zahlendifferenz doch wohl in der Natur der in der Leber vorgehenden Umwandlungen selbst begründet sein, und demnach ein Theil des von der Pfortader zugeführten Eisens durch die Leber an den Darmkanal abgegeben werden. Im Serum des Pfortaderblutes fand ich übrigens, so bald dieses frei von rothen Blutzellen war, kein Eisen.

Von den übrigen organischen Bestandtheilen der Galle hat immer das Cholesterin besondere Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Dieser Stoff findet sich, wie wir (im 1. Th. S. 286) gesehen haben, auch im normalen Blute; in dem der Pfortader ist er auch enthalten, jedoch wegen des Ueberwiegens der eigentlichen Fette nur schwierig durch mikroskopische Untersuchung und Messung nachzuweisen. Abgesehen hiervon deutet das häufige Vorkommen von Cholesterin in pathologischen Producten (namentlich in serösen, abgesackten Exsudaten, z. B. Hydrocele) ohne irgend ein gleichzeitiges Leberleiden oder gleichzeitiges Vorkommen anderer Gallenbestandtheile in der Säftemasse wohl deutlich genug darauf hin, dass das Cholesterin ein Product der allgemeinen Stoffmetamorphose ist und dass die Leber nur das Organ ist, durch welches das sg. Gallenfett im normalen Zustande ausgeschieden wird.

Wir haben bereits oben gesehen, weshalb man aus dem Vorkommen cholesterinreicher Gallensteine nicht auf eine vermehrte Bildung von Cholesterin

schliessen darf. Die Ausscheidung dieses Stoffs aus der Galle hat nur in mechanischen, nicht in quantitativen Verhältnissen ihren Grund. Wäre man zur Annahme einer Cholesterindiathese geneigt, so würde es wenigstens sonderbar sein, dass, wenn man in einem Exsudate fast einen reinen Cholesterinbrei findet, doch gleichzeitig niemals oder höchst selten Gallensteine vorkommen.

Ueber den Ursprung der Fette und Fettsäuren der Galle ist wohl keine Bemerkung nothwendig, da wir so oft auf den Reichthum des Pfortaderbluts an Fett einerseits und der Leberzellen andrerseits hingewiesen haben; die Verseifung der freien Fette findet wohl auch an andern Orten statt; da jedoch die Fette der Galle meistens verseift sind, in den Fettzellen aber vorzüglich unverseifte Fette gefunden werden, so dürften die Fettsäuren der Galle wohl erst in den Zellen der Leber erzeugt werden.

Dieser Umstand scheint uns zugleich gegen die von einigen Anatomen angenommene Dehiscenz der Leberzellen zu sprechen; denn selbst bei Fettleber oder bei physiologischen Verhältnissen, wo die Leberzellen von Fettbläschen erfüllt sind, finden wir in der Galle weder unverseiftes Fett in erheblicher Menge noch eine Vermehrung des verseiften, was doch der Fall sein müsste, wenn die Leberzellen sich durch Platzen ihres Inhalts entledigten.

Gehen wir zu den Mineralstoffen der Galle über, so stossen wir zunächst auf den Alkaligehalt derselben, welcher sich in Verbindung mit den gepaarten Gallensäuren, mit Fettsäuren und Pigment befindet. Da das Wasserextract sowohl als das spirituöse Extract des Pfortaderblutes beim Einäschern kohlensaure Salze liefert, so ist die Quelle dieser Alkalien wohl leicht zu erkennen. Uebrigens wird das Natronalbuminat bei seinem Uebergange in die Masse der Blutzellen auch Natron verlieren müssen, welches zur Verseifung der Fette und Bildung der Gallensäuren beitragen kann. In der Asche des Lebervenenblutserums fand ich ziemlich dieselben, ja oft etwas grössere Mengen kohlensaurer Alkalien, wie in der des Pfortaderblutserums, allein es ist zu erwägen, dass das Lebervenenblut fast um die Hälfte weniger Intercellularflüssigkeit enthält, als das Pfortaderblut, und dass demnach das Gesammtblut der Lebervenen bei weitem weniger an organische Stoffe gebundenes Alkali enthält als das der Pfortader. So verhält es sich auch mit dem kohlensauren Alkali, welches ich präformirt in beiden Blutarten (nach der Th. 1. S. 448 näher beschriebenen Methode) gefunden habe; eine quantitative Bestimmung desselben war nicht möglich; doch schien es mir (und einigen Augenzeugen der mehrmals wiederholten Versuche), als ob das Pfortaderblut unter der Luftpumpe bei einer weniger starken Luftverdünnung bereits Blasen zu

bilden anfing und zwar diese in reichlicherer Menge, als das Lebervenenblut.

Die Menge der in die Galle übergehenden löslichen Phosphate ist höchst gering; sie haben wohl gleich den Erdphosphaten ihren Ursprung hauptsächlich im Schleime der Gallenwege. Constante Unterschiede in der Zahl der löslichen Phosphate in dem der Leber zuströmenden und ausfliessenden Blute habe ich nicht gefunden; eher noch scheinen die Erdphosphate selbst aus dem Blute in die Galle überzugehen, wenigstens fand ich durchgängig im Serum wie im Blutkuchen des Pfortaderblutes mehr Erdphosphate als in denen des Lebervenenbluts.

Was endlich die Chloralkalien betrifft, an welchen die Asche der Galle so reich ist, so gibt die Differenz derselben in beiden Blutarten genügende Gewähr für deren Ursprung; in dem specifisch leichteren Serum des Pfortaderbluts findet man 0,28 bis 0,31% Chlor, während in dem dichtern Serum des Lebervenenbluts nur gegen 0,22% gefunden werden. Dagegen ist der Gehalt der Blutzellen an Chlor in beiden Blutarten ziemlich gleich (ungefähr 0,165%). Es muss demnach ein Theil der Chloralkalien aus dem Serum des Pfortaderbluts in die neu entstehenden oder verjüngten Blutzellen des Lebervenenbluts mit übergehen.

Die auffallende Erfahrung von *Bensch* und *Strecker*, dass die Galle der pflanzenfressenden Säugethiere fast nur Natronsalze enthält, während die Nahrung dieser Thiere doch so reich an Kali und arm an Natron ist, kann vielleicht auf folgende Weise eine Deutung finden: von andern Organen der Herbivoren, z. B. von den Nieren, werden Kalisalze in grosser Menge ausgeschieden; in der Leber ist dies aber nicht der Fall, weil hier das mit dem Pfortaderblute zuströmende Kali für die Blutkörperchen benutzt wird (die Blutzellen sind, wie *C. Schmidt* zuerst dargethan hat, besonders reich an Kali); wir sahen aber so eben, dass ein grosser Theil Chloralkalien in die Blutzellen des Lebervenenbluts übergeht.

Schliesslich kann ich nicht unerwähnt lassen, dass das Lebervenenblut constant bedeutend weniger Wasser enthält, als das Pfortaderblut und dass selbst nach reichlichem Trinken der Wassergehalt des Lebervenenblutes sich nur sehr wenig vermehrt, während der des Pfortaderbluts ausserordentlich gross gefunden wird. Es geht hieraus hervor, dass dieser Wasserüberschuss des letzteren Blutes in der Leber in die Gallencanäle ergossen wird und dass die Dichtigkeit der abgesonderten Galle je nach den äussern physiologischen Verhältnissen eine sehr verschiedene sein muss.

Wenn die Pferde 5 St. nach der Fütterung nicht viel getrunken haben, so

kommen im Pfortaderblute auf 100 Th. festen Rückstands ungefähr 70 bis 110 Th. Wasser mehr, als im Lebervenenblute. Etwas wässriger wird in letzterm Falle das Lebervenenblut indessen immer auch gefunden.

Es ist möglich, dass diese Deduction der Genesis der Gallenbestandtheile wenigstens in ihren Einzelnheiten durch spätere Erfahrungen zu Nichts zerrinnt, allein wir wagten sie trotz der grossen Mangelhaftigkeit der Unterlagen hier auszuführen, da sie uns die Haupteigenschaft einer Hypothese zu haben scheint, zu neuen Untersuchungen und Forschungen anzuspornen; denn das blose Experimentiren ins Blaue hinein ohne leitenden Gedanken, ohne allgemeinern Gesichtspunkt, ohne jegliche Beziehung auf ein einheitliches Moment ist ein ebenso trostloses Handwerk, als die Speculationen der Naturphilosophen eine Pfuscherei in die Naturforschung sind.

Fassen wir die eben entwickelte Ansicht über die Genesis der Galle noch einmal kurz zusammen: so ergibt sich nach derselben, dass die von der Pfortader zugeführten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Materien, von denen die meisten bereits im Blute den Charakter in Umwandlung begriffener Substanzen an sich tragen, zur Bildung der Gallenbestandtheile verwendet werden, dass aber andrerseits auch Stoffe in die Galle mit übergehen, die als Residuen oder Nebenproducte des in der Leber vor sich gehenden Processes der Blutzellenbildung oder Blutzellenverjüngung zu betrachten sind; zu den letzteren gehören vorzugsweise die Fette und einige Mineralbestandtheile, zu den ersteren hauptsächlich die stickstoffhaltigen Materien: Fibrin und Hämatin. Wir betrachten also die Galle nicht als das Umwandlungsproduct irgend eines einfachen morphologischen oder chemischen Bestandtheils des Thierkörpers (weder als das der Fettzelle allein noch als das von Albuminaten), sondern wir glauben, dass mehrere einander chemisch und morphologisch fern stehende Stoffe in der Leber Umwandlungen erleiden, deren einzelne Producte im sg. Statu nascenti zusammentreten und so die Verbindungen und Gemenge von Stoffen bilden, wie wir sie in der Galle vorfinden.

Noch müssten wir, um alle Elemente zur Beurtheilung der Function der Galle zu gewinnen, die Schicksale näher in Betracht ziehen, welche die Galle im Darmkanale erleidet; da wir jedoch dieselben unter „Darmsaft" untersuchen werden, so genüge es hier, nur das Resultat unsrer Erfahrungen anzuführen: die Galle zersetzt sich allmählig im Verlaufe des Darmkanals, indem namentlich die gepaarten Säuren zerlegt werden, und Choloïdinsäure (oder Cholsäure) sich bildet; letztre geht in Dyslysin über, welches sich selbst bis ins Rectum und in die Fäces noch verfolgen lässt; trotzdem verringert sich die Menge dieser Art von Gallenresiduen in der untern Strecke des Darmkanals

in dem Grade, dass man fast gezwungen ist, *Liebig's* Ansicht zu adoptiren, wornach diese harzigen Bestandtheile der Galle grösstentheils wieder vom Darme aus ins Gefässsystem zurückkehren. Obgleich die in die Pfortader übergehenden Darmvenen und die Chylusgefässe die einzigen Atrien sind, durch welche diese Gallenstoffe wieder ins Blut eintreten könnten: so habe ich doch weder im Chylus noch (wie bereits erwähnt) im Pfortaderblute mich von der Gegenwart solcher Stoffe im normalen Zustande während des Verdauungsactes überzeugen können. Sollte daher die Schätzung der geringen Menge in den festen Excrementen gefundenen Dyslysins nicht trügen, so würde man gezwungen sein, anzunehmen, dass die bereits modificirt in die Lymphgefässe aufgenommenen Gallenstoffe in den Drüsen bereits so verändert werden, dass durch die bis jetzt bekannten chemischen Hülfsmittel diese Art Gallenresiduen nicht mehr nachgewiesen werden kann.

Gallenpigmente, obwohl sehr modificirt, finden sich ebensowohl als Cholesterin und Taurin in den festen Excrementen wieder. Dass die löslichen Mineralsalze der Galle vom Darme aus wieder in die Säftemasse zurückgehen, ist eine schon längst von *Liebig* erwiesene Thatsache.

Es bedarf nach den mitgetheilten Thatsachen und darauf begründeten Folgerungen wohl nur weniger Worte, um sich ein Urtheil im Betreff der vielfachen und einander oft so widerstreitenden Ansichten über die Function der Galle zu bilden. Doch lassen wir vorher kurz die Meinungen an uns vorübergehen, welche man über den physiologischen Werth der Galle bisher aufgestellt hat. Hauptsächlich in früherer Zeit stritt man sich über die *excrementitielle* oder *nicht excrementitielle* Natur der Gallenabsonderung, stimmte aber darin ziemlich überein, dass die Leber durch die Gallenausscheidung ein blutreinigendes Organ werde. Wir glauben bereits im 1. Th. S. 29 auf das Unpassliche und Unlogische einer Eintheilung der abgesonderten Stoffe in Secrete und Excrete hingewiesen zu haben, halten es daher für unnütz, über diese unlautern Begriffe noch weiter zu rechten. Was aber die *Blutreinigung* durch die Galle betrifft, so bedarf auch diese Behauptung eigentlich nicht erst einer materiellen Widerlegung, da auch sie ohne alle logische Berechtigung ist; denn solche metaphorische Bezeichnungen eingebildeter Processe, solche vage Analogien mit unphysiologischen Vorgängen sind bei der heutigen Methode physiologischer Forschung nicht mehr statthaft; trotzdem erwähnen wir nur für den,

welcher sich etwa nicht von der althergebrachten Anschauungsweise trennen könnte und die Galle gern noch als einen durch die Respiration nicht entfernten kohlenstoffreichen Schmutz des Blutes betrachten möchte, dass die an Stickstoff und Wasserstoff ebenfalls nicht arme Galle bei irgendwie gestörter Oxydation in den Lungen keineswegs in vermehrter Menge ausgesondert wird, dass keine einzige pathologisch-anatomische Thatsache für ein Vicariiren der Leber für die Lunge spricht, und dass endlich die Kohlenstoffausscheidung durch die Leber gegen die durch die Lungen (wie *Bidder* und *Schmidt*, s. oben S. 73, dargethan) so zurücktritt, dass an eine Blutreinigung in diesem Sinne durchaus nicht gedacht werden kann.

Was aber die Bedeutung der Galle für den Verdauungsprocess und den der Chylification insbesondere betrifft, so hat man sich sehr verschiedene Vorstellungen von der Wirkungsweise der Galle auf die aus dem Magen in den Zwölffingerdarm gelangenden Stoffe gemacht. Die älteste Ansicht ist wohl die von *Boërhave* aufgestellte und durch *de la Boë Sylvius* berühmt gewordene, wornach die Galle durch ihr Alkali zur Sättigung der Säuren des Chymus beitragen soll. Diese Ansicht scheint uns indessen nicht in dem Grade verwerflich, in welchem man sie gewöhnlich zu finden geglaubt hat. Es ist allerdings nämlich ganz richtig, dass die Galle unmittelbar zur Tilgung der freien Säure wenig oder nichts beitragen kann, einerseits weil die geringsten Mengen Säure, zu Galle gesetzt, diese schon sauer machen, andrerseits aber, weil wir den Chymus im Darme noch sauer finden, nachdem sich ihm längst Galle beigemischt hat. Allein das Verhältniss scheint uns dieses: das Alkali der Galle, d. h. das an die harzigen und fettigen Säuren gebundene, muss sich mit den stärkern Säuren des Chymus: Salzsäure, Milchsäure, Buttersäure verbinden; jene harzigen Gallensäuren werden ausgeschieden, und erhalten dem Chymus noch so lange die Reaction auf Lackmus, als sie sich nicht in die unlöslichen ihrer Paarlinge beraubten harzigen Säuren oder Dyslysin zersezt haben. Die Galle trägt also allerdings in gewisser Hinsicht etwas zur Tilgung der im Chymus enthaltenen freien Säuren bei; das Nähere werden wir unter „Darminhalt" in Betracht ziehen.

Eben so wenig möchte eine andere Ansicht über den Nutzen der Galle im Darme etwa gänzlich zu verwerfen sein; *Haller* hat wohl zuerst der Galle die Fähigkeit zugeschrieben, *Fett aufzulösen;* diese Fähigkeit besitzt die Galle indessen nur in geringem Grade, obwohl sie ein Bestandtheil derselben, das taurocholsaure Natron, nach *Strecker* aller-

dings besitzt. Mehr wird aber wohl die Galle als viscide Flüssigkeit auf feinere Vertheilung des Fettes hinwirken; allein auch in dieser Eigenschaft wird sie von andern Flüssigkeiten übertroffen. Man möchte daher mit *Frerichs* glauben, dass die Galle wenigstens im Verein mit dem pankreatischen Safte zu der feinern Vertheilung der Fette beitrage und somit deren Resorption bedeutend erleichtere; damit würde auch die Erfahrung mehrerer frühern Experimentatoren übereinstimmen, die nach Unterbindung des Ductus choledochus keinen milchigen (fetthaltigen), sondern einen fast limpiden Chylus gefunden zu haben glaubten. *Bidder* und *Schmidt* konnten dagegen bei den (weiter unten näher beschriebenen Versuchen) durchaus keinen Unterschied in der Injection der Chylusgefässe und der Trübung des Chylus wahrnehmen, mochten sie den Thieren Fett in den Darmkanal gebracht haben mit oder ohne Gallenausschluss.

Man hat (besonders *Hünefeld*[1]) der Galle ein grosses *Lösungsvermögen für Chymusstoffe* überhaupt zugeschrieben, allein weder Stärkmehl noch geronnene Proteïnkörper noch sonstige Bestandtheile des Chymus werden, wenn man sie auch längere Zeit mit frischer Galle digerirt, nicht wesentlich von derselben verändert; ja man beobachtet in der Regel nicht eher eine Veränderung der betreffenden Substanzen, als bis durch den Gallenschleim bereits der Fäulnissprocess eingeleitet ist. Dagegen dürfte wohl das mit der Galle ergossene Wasser als Lösungsmittel für die löslichen Chymusstoffe nicht zu übersehen sein; wir haben oben gesehen, dass das Blut der Lebervene immer viel ärmer an Wasser ist, als das der Pfortader und dass das letztere oft gerade ausserordentlich viel Wasser enthält; dieses Wasser muss den „Spaziergang" aus den Darmvenen in die Pfortader und aus dieser durch die Leber- und Gallengänge zurück in den Darm nothwendiger Weise öfter wiederholen und so zur allmäligen Auslaugung des Chymus um so mehr beitragen, als eben dieses Wasser (durch Unlöslichwerden der Gallensäuren) im Darme immer die von der Leber her gelösten Substanzen wieder verliert. Dieses Wasser ist also verschieden befrachtet, je nachdem es von der Leber zum Darme, oder vom Darme zur Leber fliesst; will man ein Bild, so kann man sagen, dieses Wasser durchläuft zwei verschiedene Colatorien, von denen jedes nur für besondere Stoffe permeabel ist.

Man hat ferner der Galle eine generelle chemische Einwirkung

---

1) *Hünefeld,* Chemie u. Medicin. S. 105.

auf den Darminhalt zugeschrieben, ist aber dabei zu direct entgegengesetzten Ansichten gelangt. Einige behaupteten nämlich, die Galle wirke *antiseptisch* auf die zur Zersetzung geneigten Bestandtheile des Darminhalts, während andre dagegen der Galle gerade die Fähigkeit zuschrieben, *der Metamorphose* jener Stoffe durch ihre eigne Zersetzung *eine bestimmte Richtung* zu ertheilen. Will man sich mit solchen allgemeinen Anschauungsweisen begnügen, so ist wenigstens die erste nicht haltbar; reine Galle kann allerdings auf leicht zersetzbare Stoffe, wie Fleisch u. s. w. antiseptisch wirken; allein in den Darmkanal wird nicht reine, sondern schleimhaltige Galle ergossen, die zur Zersetzung selbst sehr geneigt ist und im Darme sich wirklich zersetzt, wie die einfachste Beobachtung lehrt. Daher könnte man höchstens der zweiten seinen Beifall geben, wornach durch die Galle als eigenthümliches Ferment der Umwandlung der Nahrungsstoffe ein bestimmter Typus ertheilt werden soll. Allein bekennen wir offen, dass die Annahme von *Fermentwirkungen* immer das Zeichen unsrer positiven Unwissenheit über den bezüglichen Process ist. Gehen wir daher zu dem specielleren Nachweise von Umwandlungen über, die durch die Galle in einzelnen Bestandtheilen des Chymus hervorgerufen werden sollen.

Es darf aber trotzdem keineswegs in Abrede gestellt werden, dass die Darmcontenta, wenn sich ihnen keine Galle beimischt, sehr leicht in faulige Zersetzung übergehen; wenigstens findet man nach Unterbindung des Gallengangs bei Thieren (*Frerichs*) ebensowohl als zuweilen bei Icterischen die Darmcontenta in einen vollkommen putriden Zustand übergegangen. *Frerichs* fand sogar darin jenen mit Salpetersäure eine rosenrothe Färbung gebenden Stoff, welchen *Bopp* unter den Fäulnissproducten der eiweissartigen Körper entdeckt hat. Indessen dürfte auch dieses Moment für den Verdauungsprocess nicht von grossem Belang sein, da Thiere, denen man nach *Schwann* oder *Blondlot* den Gallengang unterbunden und die Galle durch eine künstliche Fistel nach aussen ableitete, monatelang unter Entleerung normaler Excremente bestehen konnten.

Die von *H. Meckel* concipirte Ansicht: durch Galle werde Zucker in Fett verwandelt, ist von verschiedenen Seiten widerlegt und von ihm selbst wohl jetzt zurückgenommen worden.

Meckel digerirte Galle mit Zucker und fand nach der Digestion in der Galle mehr Aetherextract, als in nicht mit Zucker digerirter Galle; die Ursache des Irrthums ist leicht zu errathen; Aetherextract ist kein Fett; durch Zucker wird die Umwandlung der schleimhaltigen Galle beschleunigt; es bilden sich die stickstofffreien harzigen Säuren (die in Aether nicht unlöslich sind) bei Gegenwart von Zucker schneller und in grösserer Menge, wie ohne Zucker.

Prout meinte, dass durch Galle die verdauten Proteïnkörper in

coagulables Eiweiss verwandelt würden, und *Scherer*[1]) meinte durch einen ingeniösen Versuch jene Behauptung bestätigt zu haben; *Frerichs*[2]) endlich hat Chymusfiltrat durch Galle mehrmals in der Hitze gerinnbar werden sehen. Diese Versuche, obwohl nicht im geringsten an ihrer Richtigkeit zu zweifeln ist, dürften doch nicht ganz beweiskräftig sein, da wenigstens objectiv schwer zu erweisen ist, dass einerseits alles bereits vorhandene und nur an seiner Coagulirbarkeit verhinderte Eiweiss vorher aus dem Chymus entfernt war, und dass andrerseits die Trübung der gemengten Flüssigkeit nicht durch gegenseitige Zersetzungen einzelner Stoffe, sondern durch wahrhafte Coagulation von Albumin durch Hitze oder Caseïn durch Essigsäure bedingt sei. Aus den von mir möglichst rein dargestellten Peptonen von Albumin, Fibrin oder Caseïn konnte ich weder durch Galle noch durch andere Mittel (trotz vielfach abgeänderter Verhältnisse) eine durch Hitze oder Essigsäure coagulable Materie darstellen. *Frerichs* legt selbst keinen grossen Werth auf diese Albuminreproduction durch Galle, indem er bemerkt, dass ja nur der geringere Theil der durch den Magensaft gelösten Ingesta in den Darmkanal gelange, der bei weitem grössere aber vom Magen aus direct ins Blut übergehe und also der Einwirkung der Galle gar nicht unterworfen werde.

Scherer brachte durch Magensaft aufgelöstes Muskelfleisch mit Galle in ein Stück ausgewaschenen Dünndarms, band dessen beide Enden zu, und hing es einige Zeit bei höherer Temperatur in destillirtem Wasser auf; er fand nach einiger Zeit coagulables Eiweiss in dem den Darm umgebenden Wasser. Hier könnte wohl, wie schon *Valentin* bemerkt, noch aus den Gefässen und Drüschen des obwohl mit Wasser abgewaschenen Dünndarms doch noch etwas Albumin ausgezogen worden sein.

Auch die von *Schwann*[3]), *Blondlot*[4]), *H. Nasse*[5]) und *Bidder* und *Schmidt*[6]) an Thieren unter Anlegung von Gallenblasenfisteln (die alle secernirte Galle nach aussen ableiteten) angestellten Versuche, welche die genannten Experimentatoren zu den entgegengesetzten Ansichten führten, beweisen nicht, dass die Galle von sehr grossem Einfluss auf das Verdauungsgeschäft sei. Wenn Thiere 2 bis 3 Monate, ja ein halbes Jahr lang ohne Aufnahme von Galle in den Darmkanal leben können, so dürfte die Function dieser Flüssigkeit bei der Ver-

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 40. S. 9.
2) *Frerichs*, R. Wagn. Wörterb. Verdauung. Bd. 3. S. 836.
3) *Schwann*, Müller's Arch. 1844. S 127.
4) *Blondlot*, Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris 1846.
5) *H. Nasse*, Wagner's Wörterb. Bd. 3. S. 837.
6) *Bidder* und *Schmidt*, Privatmittheilung.

dauung wenigstens eine sehr beschränkte, vielleicht nur eine indirecte sein, und diess geht auch aus *Bidder's* und *Schmidt's* ebenso genauen als scharfsinnig durchgeführten Untersuchungen hervor; die Gallensecretion erreicht nämlich erst, wie oben erwähnt, in der 10. Stunde nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln ihren Höhepunkt, also zu einer Zeit, wo bei weitem der grösste Theil der Ingesta längst das Duodenum passirt hat; die Galle kommt also viel zu spät in den Dünndarm, als dass sie hier noch von grossem Einflusse auf die Umwandlung des Speisebreis sein könnte. Die Gallensecretion steht aber hiernach in einem bestimmten Verhältnisse zur Verdauung, jedoch in einem solchen, dass man sie eher für einen Effect, für eine Folge des Verdauungsprocesses als für ein Vermittlungsglied desselben betrachten möchte.

Wir werden hierdurch unmittelbar auf die von uns oben vielfach berührte Ansicht zurückgelenkt, wornach die wichtigste Function der Leber die Bildung oder wenigstens Verjüngung von Blutkörperchen ist, eine Ansicht, die bekanntlich schon längst von meinem verehrten Lehrer *E. H. Weber* und auch von *Köllicker* durch zahlreiche histologische Untersuchungen an Fötuslebern und Fötusblut, so wie an Froschlebern im Frühlinge mehr als wahrscheinlich geworden ist. Obgleich wir später unter „Blut" auf die verschiedenen Ansichten über die Entstehung der Blutzellen und die verschiedenen Orte, an welchen sie gebildet werden können, ausführlicher eingehen werden: so dürfte es doch hier des nähern Verständnisses halber nicht ganz unpassend sein, die Gründe für die oben angedeutete Ansicht kurz zusammenzustellen. Da uns selbst mancher physiologischen Gründe halber die Behauptung, die Leber sei eine permanente Bildungsstätte für Blutzellen, etwas paradox erscheint, so lassen wir die Thatsachen, die sich in den unmittelbaren Ergebnissen unserer vergleichenden Analysen beider Blutarten darstellen, ganz für sich selbst sprechen.

Das Lebervenenblut enthält eine weit grössere Anzahl *farbloser Blutzellen* (sg. Lymphkörperchen) als das Pfortaderblut. Auch in letzterem finden sich farblose Zellen, jedoch sehr vereinzelt, nur hie und da zu zweien oder dreien; dieselben sind von ziemlich gleicher Grösse, sehr grob granulirt, wie mit Körnchen bestreut und zeigen auf Zusatz von Essigsäure einen zwei- und dreitheiligen Kern; ganz anders dagegen die des Lebervenenblutes: nach ungefährer Schätzung übertrifft ihre Zahl die der farblosen Zellen im Pfortaderblute wenigstens um das fünffache; an Grösse sind sie aber ausserordentlich verschieden, schwankend zwischen $^1/_{306}$ und $^1/_{180}$‴; sie sind mei-

stens sehr matt contourirt durchscheinend, wenig granulirt, oft farblosen Dotterblasen gleichend; die kleinern sind meist etwas schärfer contourirt und zeigen Tüpfelchen auf ihrer Oberfläche, in Wasser quellen namentlich die grössern stark auf, erscheinen aber bei einem gewissen Grade der Verdünnung wie collabirt; sie bilden dann dunkle unter den Hüllen der gefärbten Blutkörperchen stark hervorstehende, granulirte Klümpchen; die grössern farblosen Zellen quellen auf Zusatz von Essigsäure sehr stark auf und lassen einen einfachen, grossen, linsenförmigen, excentrischen Nucleus erkennen. Uebrigens liegen diese farblosen Zellen von der verschiedensten Grösse meist in Gruppen von 5, 6 und 7 Stück zusammen.

Da wir unter „Blut" auf die farblosen Zellen ausführlicher zurückkommen müssen, und auch dort die Gründe für die Entstehung der rothen Blutzellen aus den farblosen ohnediess beleuchten werden, so wird an dieser Stelle die einfache Relation unsrer Beobachtungen über diese Zellen wohl genügen, um auch von dieser Seite her der Leber die Anwartschaft auf die Blutbildung zu vindiciren.

Die rothen Zellen des Lebervenenblutes sind durchaus verschieden von denen des Pfortaderblutes; was zunächst ihre Gruppirung betrifft, so fand ich sie im Pfortaderblute sehr oft (namentlich 5 St. nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln bei Pferden) geldrollenförmig gruppirt, während im Lebervenenblute niemals eine Spur einer stäbchenförmigen Aufreihung und Verästelung gefunden wurde; hier waren sie auch zusammengelagert, jedoch in unregelmässigen Haufen; über die eigenthümliche *Färbung*, das gefleckte Ansehen und die unregelmässigen *Formen* der gefärbten Zellen des Pfortaderblutes sind wir schon durch die schöne Untersuchung *Fr. Chr. Schmid's* unterrichtet worden; etwas dem ähnliches war in den entsprechenden Zellen des Lebervenenblutes niemals zu entdecken; sie waren scharf contourirt und zeigten die centrale Depression nur in geringem Grade, indessen war sie noch wahrnehmbar.

Besonders verschieden zeigt sich die chemische Beschaffenheit der *Hüllen* der gefärbten Zellen in beiden Blutarten, vorzüglich aber in ihrem Verhalten zu Wasser. Die farbigen Zellen gewöhnlichen Blutes verschwinden dem Auge unter dem Mikroskop fast gänzlich bei starker Verdünnung mit Wasser; diess ist auch beim Pfortaderblute der Fall, obwohl auch hier, wie bei jedem andern Blute, ein geringer Theil von farbigen Blutzellen oder vielmehr von deren Hüllen noch sichtbar bleibt. Ganz anders dagegen im Lebervenenblute; wird dieses mit der 30- ja 50fachen Menge Wasser verdünnt, so wer-

den die Blutkörperchen allerdings auch verändert, d. h. sie werden blass, quellen auf, der Farbstoff wird ihnen entzogen und sie rücken zusammen, indem sie Häute bilden, die unter dem Mikroskope geschuppten Schlangenpanzern gleichen. Es ist schon oben erwähnt worden, dass man diese entfärbten Blutzellen des Lebervenenblutes früher für Fibrin gehalten hat, allein man kann sich leicht ebensowohl durch das Mikroskop von der fast vollständigen Abwesenheit des Fibrins im Lebervenencruor, als durch folgenden Versuch von der Richtigkeit dieser Ansicht und der grossen Zahl solcher unzerstörbaren Blutkörperchen im Lebervenenblute überzeugen. Mischt man vom Blutkuchen abgepresste Flüssigkeit mit der 20facheu Menge Wasser, so wird sich aus dem Pfortaderblute, wie aus dem jeder andern Vene ein geringer flockiger Absatz bilden, in dem unter dem Mikroskop die Fetzen conglomerirter Blutzellenhüllen zu erkennen sind; behandelt man dagegen ein gleiches Volumen durchgeseihten Cruors von Lebervenenblute ebenfalls mit der 20fachen Menge Wasser, so wird der flockige Niederschlag ein 6- bis 8mal grösseres Volumen einnehmen, als im nebenstehenden Versuche (obgleich ein gleiches Volumen solchen fibrinfreien Cruors beim Lebervenenblute die Hälfte mehr Serum eingeschlossen enthält, als bei jedem andern Blute); aus dem Pfortadercruor erhielt ich auf diese Weise nach dem sorgfältigsten Auswaschen und Auskochen mit Alkohol 0,245% solcher Hüllenmembranen; aus dem Lebervenenblute dagegen 1,98 bis 2,43 %. Diese Hüllenmembran war in Salpeterwasser vollkommen unlöslich (selbst nach 48stündiger Digestion bei 35°); Schwefelgehalt war in ihr durch Kochen mit Kalilösung u. s. w. nicht zu entdecken.

Wenn dieses Verhalten der Hüllen der gefärbten Zellen des Lebervenenblutes dafür spricht, dass wir es hier mit einer Ueberzahl neugebildeter oder verjüngter Blutkörperchen zu thun haben, so wird durch einen Vergleich des Inhaltes der Blutkörperchen des einen Blutes mit denen des andern der Beweis für die Neubildung von Blutzellen in der Leber noch vollkommen erhärtet. Es findet sich in den Zellen des Lebervenenblutes bei weitem weniger Hämatin, als in denen des Pfortaderblutes; denn durchschnittlich enthalten 180 grm. feuchter Zellen des Lebervenenblutes kaum so viel Eisen, wie 100 grm. des Pfortaderbluts. Dagegen ist in den Blutzellen des Lebervenenblutes mehr Globulin oder coagulable Materie überhaupt, so wie auch mehr Chlorkalium enthalten, als in denen der Pfortader, aber erheblich weniger Fett.

Im Lebervenenblute fehlt das Fibrin entweder gänzlich oder findet sich nur in Spuren, während gleichzeitig im Pfortaderblute oft ein ganz normales sich stark contrahirendes Fibrin gefunden wird.

Das Serum hat im Blute der Lebervene im Verhältniss zu dem der Pfortader ausserordentlich abgenommen; wenn im Blute der letztern auf 100 Körperchen 70 Serum kommen, so kommen im Blute der ersteren auf 100 Zellen nur 32 Th. Serum; ist das Pfortaderblut zufällig wasserreicher, so dass z. B. auf 100 Zellen 287 Th. Serum kommen, so werden im Blute der Lebervene neben 100 Zellen nur noch 73 Th. Serum enthalten sein.

Das Serum der Lebervene ist zwar concentrirter als das der Pfortader, vergleicht man aber genauer das eine mit dem andern, so finden wir im ersteren eine relative und absolute *Abnahme des Albumins* (so dass in 1000 Th. Lebervenenblutserum ein volles Drittel weniger Albumin enthalten ist, als in 1000 Th. Pfortaderblutserum), während dagegen, wie erwähnt, das Globulin in den Blutzellen relativ und absolut zugenommen hatte. An *Phosphaten*, *Chlorverbindungen* und *Kalisalzen* hat das Serum im Lebervenenblute abgenommen, während in den Blutzellen desselben Blutes eine Zunahme zu bemerken ist. *Zucker* findet sich relativ und absolut mehr im Serum des Lebervenenbluts als in dem der Pfortader.

Dürften wir nach diesen Thatsachen die Leber als eine Bildungsstätte der Blutkörperchen betrachten, bei welchen gewisse Residuen dieses Processes gleichzeitig aus dem Blute vollkommen eliminirt werden und unter der Form von Galle in den Ausführungsgängen der Drüse erscheinen: so wird uns die oben erwähnte Erfahrung *Bidder's* und *Schmidt's* nicht mehr Wunder nehmen. Dass erst 10 Stunden nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln die Gallenausscheidung ihren Höhepunkt erreicht, wird leicht erklärlich, wenn wir uns an die grosse Langsamkeit des Blutlaufs in den Lebercapillaren erinnern und dabei in Erwägung ziehen, dass die Bildung oder Verjüngung der Blutzellen gewiss einige Zeit in Anspruch nehmen wird, ehe diese so vollendet sind, wie sie aus der Leber durch die Venen wieder hervorgehen, und dass die Nebenproducte (die Gallenstoffe) natürlich nicht füglich eher ausgeschieden werden können, als bis eben jener Hauptprocess fast zu Ende geführt ist. Es ist dann nicht mehr wunderbar, dass gerade während des Fötallebens die Leber ein so bedeutendes relatives Volumen besitzt, dass das Blut des Fötus weit reicher an

Blutkörperchen ist, als des Erwachsenen (*Poggiale*[1]), und dass selbst zu dieser Zeit, wo nichts im Darme zu verdauen ist, sich Galle in denselben ergiesst. Es ist ferner, sobald diese Ansicht die richtige ist, recht wohl erklärlich, warum man bei Leberaffectionen besonders in Folge von Metallgiften (die sich bekanntlich hauptsächlich in der Leber abzulagern pflegen) so häufig die Zahl der Zellen im Blute sich erheblich vermindern sieht.

Ist die Galle nur ein Nebenproduct der Blutzellenbildung in der Leber, so darf es uns nicht Wunder nehmen, dass die Thiere in *Schwann's* und *Blondlot's* Versuchen noch so lange Zeit leben konnten ohne beträchtliche Störungen der Verdauung und des allgemeinen Gesundheitszustandes. Wenn aber trotzdem diese Thiere bei vollkommen abgeschlossenem Zutritt der Galle zum Darme endlich zu Grunde gingen, so kann diese Erfahrung zwar von der Einwirkung unbeachteter oder unbegriffener Nebenumstände (Auflecken der Galle durch die Thiere und demzufolge Störung der Magenverdauung und ähnliche Umstände) bedingt sein: allein mehrere der oben hervorgehobenen Momente beweisen, dass die Galle auch im Darme noch gewisse Zwecke verrichtet, die ohne sie vielleicht nicht so schnell und so vollkommen erreicht werden: z. B. feinere Vertheilung des Fettes der Ingesta, Hemmung fauliger Zersetzung des Chymus, sorgfältiges Auslaugen desselben, Sättigung der vom Magen aus in den Darm gelangten stärkern Säuren. Jedes einzelne dieser Momente würde wohl nicht von der Bedeutung sein, um das Leben des Organismus zu beeinträchtigen, allein in ihrer Gesammtheit können sie doch durch die längere Fortdauer solche Störungen im Stoffwechsel hervorrufen, dass das Leben allmählig untergraben wird. Wenn daher der Mangel an Galle im Darme auch nicht direct störend auf die Lebensprocesse einwirkt, so kann er doch indirect den Organismus dem Untergange zuführen, gleich wie wir bei oft sehr geringen mechanischen Fehlern (der Klappen u. dergl.) im Kreislaufe Störungen entstehen sehen, die nur höchst indirect und erst nach Jahren das Leben gefährden.

Wir haben endlich noch eines an sich ebenfalls nicht sehr erheblichen Grundes Erwähnung zu thun, der gegen die sg. excrementitielle Natur spricht und zum Theil auch den Nachtheil erklärt, der allmählig eintritt, wenn die Galle dem Darme gänzlich entzogen wird. Dieser Grund liegt nämlich in der von *Liebig* insbesondere hervorgeho-

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 198—201.

benen Resorbirbarkeit gewisser Gallenbestandtheile. Es ist bereits oben erwähnt, dass wir zwar weder im Chylus noch im Pfortaderblute Spuren resorbirter Galle nachzuweisen im Stande gewesen sind, dass aber eine sorgfältige Untersuchung des Darminhalts in verschiedenen Strecken des ganzen Darmtractus von oben nach unten fast nothwendig zu der Ansicht führt: es müsse ein nicht geringer Theil der Galle im Verlaufe des Darmes wieder aufgesogen werden und in die allgemeine Säftemasse zurückgehen. Dünkt uns auch ein „Spaziergang" der Galle von der Leber durch den Darm und von da zurück in die Leber für den ersten Blick unzweckmässig oder überflüssig, so dürfen doch wohl teleologische Gründe uns nicht abhalten, positive Thatsachen anzuerkennen, zumal da wir noch weit davon entfernt sind, die Zwecke der Natur oder ihre Einrichtungen meistern zu können. Von den Gallenbestandtheilen wird ausser den löslichen Salzen insbesondere die ihrer Paarlinge entledigte Cholsäure resorbirt. Geht diese Säure nach den von uns oben angestellten Erörterungen aus Fett und Zucker oder auch nur aus Fett hervor, so würde es teleologisch ebenfalls unklar sein, warum diese wichtigen Nährstoffe oder Respirationsmittel kaum aufgenommen wieder an die Aussenwelt abgegeben werden sollten. Möge aber die Cholsäure aus Fett hervorgehen oder nicht, so hat sie doch keineswegs die chemische Constitution, welche wir sonst an den wahrhaft excrementitiellen Stoffen wahrzunehmen pflegen. Wir haben bereits (im 1. Th. S. 30) bei der generellen Betrachtung der thierischen Substrate des Axioms Erwähnung gethan, dass die chemischen Qualitäten eines Körpers stets seinen physiologischen entsprechen müssen. Nun steht aber die Cholsäure nach ihren chemischen Qualitäten und besonders nach den Zahlenverhältnissen ihrer atomistischen Zusammensetzung den eigentlichen Nährstoffen und Respirationsmitteln sehr nahe, ja ganz gleich; denn Zucker, Dextrin, Milchsäure sind weit minder complexe Stoffe, weit mehr oxydirt, weit kohlenstoffärmer als Cholsäure, und doch zweifelt wohl Niemand an deren physiologischem Werth für die Ernährung und den Stoffwechsel. Es ist nicht einzusehen, warum die Cholsäure eine so auffallende Ausnahme von der Regel machen sollte. Geben wir aber auch selbst dem teleologischen Einwande Gehör, wornach es unpasslich erscheinen dürfte, dass dieser Stoff erst aus dem Blute entfernt würde, um wieder in das Blut aufgenommen zu werden, so entgegnen wir dem, dass auch viele nützliche oder unnütze Stoffe von den Speicheldrüsen, von den Labdrüsen (wie das vom Zucker,

Jodkalium, Ammoniaksalzen nachgewiesen ist) aus dem Blute wiederholt ausgeschieden und immer wieder von demselben aufgenommen werden. Bei dem wiederholten Durchgange des Jodkaliums durch die Speicheldrüsen wird wohl Niemand daran zweifeln, dass die jenen Organen eigenthümlichen Transsudationsverhältnisse an dieser Erscheinung schuld sind. Wir können aber nicht wissen, welche mechanischen oder chemischen Bedingungen in der Leber neben der Blutzellenbildung eine Ausscheidung der Cholsäure nach den Gallencanälchen hin nothwendig machen. Die Wiederaufsaugung der Gallensäure im Darme dürfte also eben so wenig etwas unnatürliches oder vernunftwidriges sein, als die Resorption des mit der Galle ausgeschiedenen Chlornatriums. Die besondern Zwecke, welche die Natur durch die Resorption der Gallensäure verfolgt, vermögen wir ebensowenig zu errathen, als wir die Umwandlungen kennen, welche die resorbirte Galle in den Lymphgefässen oder im Blute sehr bald zu erleiden scheint. Bleibt uns daher nichts weiter übrig, als anzunehmen, dass die resorbirte Cholsäure auch ihren Theil zur Erwärmung des Thierkörpers (als ein bereits im Organismus etwas verarbeitetes Respirationsmittel) beitrage, so wird es uns von Neuem erklärlich, warum völliger Abschluss der Galle von dem Darme (in *Schwann's* Versuchen), obwohl höchst allmählig, das Gesammtleben der Thiere beeinträchtigen konnte.

Pankreatischer Saft.

Während bis auf die neueste Zeit selbst nach den sorgfältigen Untersuchungen *Tiedemann's* und *Gmelin's*[1]) so wie *Leuret's* und *Lassaigne's*[2]) der pankreatische Saft noch zu den räthselhaftesten Flüssigkeiten des thierischen Körpers gehörte: ist jüngst mit einem Male die chemische Natur dieser Flüssigkeit und die physiologische Function derselben das Object mehrerer vortrefflichen Arbeiten geworden. *Cl. Bernard*[3]), *Frerichs*[4]) und zuletzt *Bidder* und *Schmidt*[5]) haben, ob-

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung nach Versuchen. Bd. 1. S. 28.
2) *Leuret* und *Lassaigne*, Recherch phys. et chim. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825. p. 104—108.
3) *Cl. Bernard*, Arch. génér. de Médecine. 4 Ser. T. 19. p. 68—87.
4) *Frerichs*, R. Wagner's Wörterb. Bd. 3. Abth. 1. S. 842—849.
5) *C. Schmidt*, Privatmittheilung.

wohl nicht ganz übereinstimmend, doch so entschiedene und zuverlässige Resultate ihrer Untersuchungen erhalten, dass die Function der Bauchspeicheldrüse jetzt mehr ins Klare gebracht worden ist, als selbst die der Leber.

Der pankreatische Saft ist eine farblose, klare, nur wenig fadenziehende Flüssigkeit, ohne Geschmack und Geruch, spec. Gewicht = 1,008 bis 1,009 von alkalischer Reaction, bildet beim Erhitzen nur ein unbedeutendes Gerinnsel, ebenso auf Zusatz von Säuren und Alkohol nur eine geringe Trübung; dieses Secret ist so leicht zersetzbar, dass es schon nach wenigen Stunden an der Luft deutlichen Fäulnissgeruch entwickelt. *Frerichs* fand im Bauchspeichel eines Esels 1,36 % und in dem eines Hundes 1,62 % fester Bestandtheile.

Wir führten hier die Eigenschaften dieser Flüssigkeit nach *Frerichs* an, die wir bei einem Versuche an einem grossen Fleischerhunde bestätigen konnten; auch die Beschreibung *Leuret's* und *Lassaigne's* stimmt hiermit ziemlich überein; dagegen fand *Cl. Bernard* (wie zum Theil früher schon *Tiedemann* und *Gmelin*) die Flüssigkeit sehr zäh und fadenziehend und so reich an einer coagulabeln Substanz, dass beim Erhitzen die ganze Flüssigkeit erstarrte; dem entsprechend waren die Niederschläge durch Alkohol, Säuren und Metallsalze sehr bedeutend. Nach *Bernard* wird ein so dünnflüssiger Bauchspeichel, wie der oben beschriebene, nur abgesondert, wenn die Drüse nach dem operativen Eingriffe bereits in Entzündung übergegangen ist; allein da schon unmittelbar nach der Operation ein dünnflüssiger, an coagulabler Materie armer Saft abgesondert wird, so muss die Erfahrung von *Bernard* wohl auf einem andern Umstande beruhen und die dünnflüssige Beschaffenheit des Saftes kann kaum von einer krankhaften Affection der betreffenden Drüse abgeleitet werden.

Um den pankreatischen Saft zu gewinnen, muss man das zu benutzende Thier vorher füttern und dann einen 2 bis 3 ″ langen Einschnitt in der Linea alba machen, nach Eröffnung der Bauchhöhle das Duodenum aufsuchen; dessen herabsteigender Theil wird alsdann (nach *Frerichs*) geöffnet und darin die Mündungsstelle des Wirsung'schen Ganges gesucht; mündet der Gallengang, wie beim Menschen, an gleicher Stelle mit dem pankreatischen Gange, so ist der Vorsicht halber ersterer zu unterbinden, dann aber vom Darme aus in den letztern eine feine silberne Canüle einzuführen, um durch diese reinen Saft zu erhalten.

Cl. Bernard suchte sich den Bauchspeichel zu verschaffen, indem er eine Fistel des Wirsung'schen Ganges herstellte; er durchschnitt zu dem Zwecke den Wirsung'schen Gang nahe an seiner Einmündungsstelle in das Duodenum und zog das abgeschnittene Ende nach den Bauchdecken, an welchen er es durch Suturen befestigte.

Der pankreatische Saft enthält als Hauptbestandtheil einen *eiweissartigen oder caseïnähnlichen Stoff*, welcher jedoch weder mit dem Natronalbuminat, noch mit dem Caseïn, noch mit dem Speichelstoff vollkommen identisch ist. Er gerinnt in der Hitze (wahrscheinlich je nach dem Gehalte an Alkali) nur unvollkommen, wird durch Essigsäure präcipitirt, im Ueberschuss derselben langsam und zwar erst beim Erwährmen wieder aufgelöst; durch Kaliumeisencyanür wird er aus der essigsauren Lösung gefällt; Salpetersäure schlägt ihn nieder und färbt ihn beim Kochen, namentlich auf Ammoniakzusatz, intensiv gelb; auf Zusatz von Chlorwasser scheidet er sich in graulichen Flocken ab; durch Alkohol wird er gefällt, löst sich aber nach *Bernard* alsdann leicht wieder in Wasser auf. *Frerichs* fand von diesem Stoffe im Bauchspeichel eines Esels 0,309 %. Diese Substanz ist es übrigens, welcher der pankreatische Saft seine hauptsächlichsten chemischen und physiologischen Eigenschaften verdankt.

Ein *butterartiges Fett* fand *Bernard* in grösserer, *Frerichs* in geringerer Menge (0,026 %).

Die Zahl der in *Alkohol löslichen organischen Materie* betrug im Bauchspeichel des Esels nur 0,015 %.

Rhodanverbindungen wurden von *Frerichs* ebensowenig als von *Bernard* gefunden,

An *Mineralstoffen* (durch Einäschern bestimmt) fand *Frerichs* in dem Secrete des Esels 1,01 %, darunter 0,12 % unlösliche, d. i. kohlensaure und phosphorsaure Kalk- und Talkerde und 0,89 % lösliche, bestehend aus Chlornatrium, phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien.

Was die quantitativen Verhältnisse der Absonderung betrifft, so lassen sich diese nicht mit einiger Genauigkeit bestimmen, da der operative Eingriff, der zur Beobachtung der Secretion nöthig ist, zu umstimmend auf die physiologischen Verhältnisse einwirken muss. Nach *Frerichs*' Erfahrungen steht nur so viel fest, dass blos während der Verdauung pankreatischer Saft abgeschieden wird. Im Zustande der Abstinenz fand *Frerichs* die Drüse blass und blutarm und den Wirsung'schen Gang leer.

Frerichs sammelte bei einem Esel in ¾ Stunden während der Verdauung 25 grm., bei einem Jagdhunde in 25 Minuten nur 3 grm.; *Bernard* bei einem grossen Hunde in 1 St. 8 grm., nach Eintritt der Entzündung aber stündlich 16 grm. Ueberhaupt fand *Bernard*, dass im letztern Falle immer mehr pankreatischer Saft abfloss, dieser aber nicht, wie vorher, gerinnbar und zähflüssig war.

Krankheiten des Pankreas kommen bekanntlich höchst selten vor; ein einziges Mal fand ich im Wirsung'schen Gange ein Concrement, welches alle Charactere eines Proteïnkörpers zeigte, aber im Gegensatz zu den bekannteren Speichelconcrementen sehr wenig kohlensauren und phosphorsauren Kalk so wie überhaupt wenig Asche lieferte.

Was die Bedeutung des pankreatischen Saftes für die Verdauung betrifft, so ist dieselbe zuerst von *Valentin* erkannt worden; dieselbe besteht nämlich darin, das durch den Speichel nicht metamorphosirte, ins Duodenum gelangte, Stärkmehl in Zucker umzuwandeln. *Valentin* stützte sich auf die Thatsache, dass pflanzenfressende Thiere in der Regel ein weit stärker entwickeltes Pankreas besitzen, als fleischfressende, und überzeugte sich, dass der ausgepresste Saft oder ein Infusum der zerschnittenen Drüse die Fähigkeit, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, in hohem Grade besitze. *Bouchardat* und *Sandras*[1]) fanden, dass der aus dem Wirsung'schen Gange von Hühnern oder Gänsen entlehnte Saft jene Eigenschaft habe, dieselbe aber durch Erhitzen auf 100° verliere. Sie wiesen ferner nach, dass namentlich der durch Alkohol fällbaren und dann in Wasser wieder auflöslichen stickstoffhaltigen oder eiweissartigen Substanz jene Fähigkeit eigenthümlich ist. In neuester Zeit ist dieser Gegenstand durch die oft erwähnten Untersuchungen von *Cl. Bernard*, von *Frerichs* so wie von *Bidder* und *Schmidt* mit der grössten, wissenschaftlichen Sicherheit erforscht und insbesondre noch dargethan worden, dass der pankreatische Saft jene zuckerbildende Kraft in weit höherm Grade besitzt als der Speichel.

Bernard vindicirte dem pankreatischen Safte noch eine andere und scheinbar bedeutungsvollere Rolle; derselbe glaubte nämlich gefunden zu haben, dass das Fett lediglich durch Vermittlung des pankreatischen Saftes resorbirbar gemacht und gleichsam verdaut, d. h. in Glycerin und Fettsäure zerlegt werde. Diese, wie es schien, durch schlagende Beweise unterstützte Ansicht ist jedoch durch die zahlreichen und scharfsinnig angestellten Versuche von *Frerichs* einerseits und von *Bidder* und *Schmidt* andrerseits vollständig widerlegt worden.

Bernard's Versuche, welche merkwürdiger Weise von einer Commission der französischen Akademie[2]) bestätigt wurden, beziehen sich auf folgende

1) *Bouchardat* und *Sandras*, Compt. rend. T. 20. p. 1085.
2) Compt. rend. T. 28. p. 960.

Punkte: Es wurden Hunden die beiden Ausführungsgänge des Pankreas unterbunden und diese nachher mit fettreicher Nahrung gefüttert; man fand in den Chylusgefässen keinen milchigen Chylus; das Fett blieb unverändert und wurde als solches noch im Dickdarme gefunden. Noch mehr beweisend für die *Bernard*'sche Ansicht musste folgender Versuch erscheinen: er besteht darin, dass man einem Kaninchen Oel in den Magen injicirt und es dann mit etwas von seiner gewöhnlichen Nahrung füttert; tödtet man es nach 3 bis 4 Stunden, so sollten nach *Bernard* nur die Chylusgefässe mit milchigem Chylus erfüllt gefunden werden, welche vom Darme aus unterhalb der Mündungsstelle des Ductus Wirsungianus entspringen. Der Versuch sollte zugleich beweisen, dass die Galle ohne Einfluss auf die Verdauung des Fettes sei, da der Wirsung'sche Gang beim Kaninchen etwas tiefer im Duodenum mündet, als der Gallengang. Endlich sollte der pankreatische Saft seiner Viscidität halber mit Fett geschüttelt, sehr leicht eine Emulsion geben, und das Fett weit länger als jede andere thierische Flüssigkeit in diesem feinzertheilten Zustande erhalten; dabei sollten aber nach Verlauf kurzer Zeit die neutralen Fette in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren zerfallen.

Es ist auffallend, dass auch kein einziger von diesen Versuchen, die doch *Bernard* öfter wiederholt zu haben behauptet, sich nach den sorgfältigsten Beobachtungen von *Frerichs* oder von *Schmidt* und *Bidder* bestätigt gefunden hat. Diese Forscher haben alsbald nach dem Bekanntwerden der *Bernard*'schen Versuche bei Katzen den Pankreasgang unterbunden, dann die Thiere 12 bis 24 St. hungern lassen (so dass präsumtiv kein Pankreassaft mehr im Darme enthalten sein konnte), sie nun mit Milch, fettreichem Fleisch oder Butter gefüttert, und 4 bis 8 Stunden darauf die Thiere getödtet; bei oft wiederholten Versuchen wurde stets die schönste milchige Injection der Chylusgefässe und die Cysterne strotzend von milchigem Chylus gefunden.

Frerichs unterband jungen Hunden und Katzen, die lange Zeit nichts gefressen hatten, den Dünndarm weit unterhalb der Mündung der Gallen- und Pankreasgänge und injicirte unterhalb der Ligatur Milch mit Olivenöl oder Eiweissölemulsion oder reines Olivenöl und fand nach 2 bis 3 St. die Chylusgefässe mit weissem Milchsafte erfüllt. Indessen glaubt doch *Frerichs* gefunden zu haben, dass durch Galle und Bauchspeichel die feine Vertheilung des Fettes und somit dessen Resorption einigermassen befördert werde und schliesst diess aus folgendem Versuche: er durchschnitt bei Katzen, die lange gehungert hatten, den Dünndarm ziemlich in der Mitte, injicirte in beide Hälften Olivenöl und unterband die beiden Darmöffnungen; er fand in diesem Falle die vom obern Theile des Darms entspringenden Chylusgefässe stets weit mehr injicirt, als die vom untern Theile ausgehenden, und leitet diese Wahrnehmung von dem Zutritte der Galle und des Bauchspeichels zu dem Oele im obern Theile des Dünndarms ab, obgleich reiner Pankreassaft ausserhalb des Körpers mit Oel geschüttelt, dieses zwar fein vertheilte, aber bald wieder auf seiner Oberfläche ausschied.

Wir haben bereits im 1. Th. S. 251 bemerkt, dass der betreffende Versuch *Bernard's* durchaus nicht beweisend sei, einerseits weil der Chylus weit weniger Fettsäuren, als die gewöhnlichen neutralen Fette enthalte, andrer-

seits aber, da auch andere thierische Flüssigkeiten, sobald sie in Fäulniss übergehen, eine ähnliche Zerlegung der neutralen Fette bedingen. *Schmidt* und *Bidder*[1]) haben sich aber die Mühe genommen, durch zahlreiche Versuche die Nichtigkeit der *Bernard*'schen Ansicht direct zu erweisen. Bei mit Butter gefütterten Katzen findet sich weder im Darmcontentum, noch im Chylus, noch im Blute, noch in der Galle eine Spur Buttersäure. Die Buttersäurebildung, welche der leichtfaulende Bauchspeichel bei 37° mit Butter nach einigen Stunden bedingt, findet also im Thierkörper nicht statt. *Schmidt* und *Bidder* unterbanden nun das Duodenum oberhalb zwischen Pylorus und der Einmündungsstelle des pankreatischen und Gallenganges und injicirten unmittelbar dahinter noch über den Gängen mittelst einer Pipette geschmolzene Butter; nach 6 bis 8 Stunden enthielten die Darmcontenta in der That etwas Buttersäure; dasselbe fand bei gleichzeitiger Unterbindung des D. choledochus statt. Die Buttersäurebildung durch den Bauchspeichel wird demnach durch den Magensaft verhindert. Der Gegenversuch mit einem Pankreassafte (von einem grossen Hunde) bei 37° ausserhalb des Körpers zeigt, dass der Magensaft hier nur als verdünnte Säure wirkt und mit identischem Erfolg durch gleich verdünnte Milchsäure, Weinsäure, Essigsäure u. s. w. ersetzt werden kann.

Auch den leicht zu wiederholenden Versuch *Bernard's* an Kaninchen, wo die milchige Injection der Chylusgefässe erst unterhalb der Einmündungsstelle des Wirsung'schen Ganges nach Fettfütterung bemerkbar sein soll, habe ich nicht bestätigt gefunden; *Bidder* und *Schmidt* haben aber zugleich den Grund gefunden, weshalb *Bernard* zu jenem Irrthume verleitet worden ist. Sie injicirten nämlich Kaninchen Butter in den Schlund; nach 2 Stunden erschienen die zwischen Pylorus und Pankreasgang entspringenden Chylusgefässe reichlich mit milchigem, sehr fettreichem Chylus erfüllt, wurden die Thiere 4 Stunden nach der Fettaufnahme getödtet, so waren nun die 8 bis 10 Centimeter über dem Gange gelegenen noch erfüllt, nach 6 St. nur die unter der Einmündungsstelle des Pankreasganges, nach 8 bis 10 St. endlich erst die 20 bis 30 Centimeter unter dem Gange befindlichen milchweiss injicirt. *Bernard* muss also die Thiere immer erst 6 bis 8 St. nach der Fettfütterung getödtet haben, um jene Behauptung aufstellen zu können; die Sache ist einfach die, der Chylus war aus den höher liegenden Lymphgefässen bereits weiter gegangen und im Duodenum kein Fett mehr zur Aufnahme vorhanden, als *Bernard* die Untersuchung begann.

Frerichs hat auch eine andere, frühere Behauptung *Bernard's* widerlegt, nämlich die, dass der mit Salzsäure angesäuerte Pankreassaft in Bezug auf geronnene Proteïnkörper die Stelle des Magensafts vertreten könne.

Frerichs ist endlich der Ansicht, dass, da die Zersetzung der Galle durch den pankreatischen Saft sehr beschleunigt wird, diese Eigenschaft für die rasche Umwandlung der Galle in unlösliche zur Resorption unfähige Producte von einiger Bedeutung sei.

---

1) *Bidder* und *Schmidt* unter Assistenz von *Lenz*, de adipis concoctione et absorptione Diss. inaug. Dorp. Liv 1850 (so eben erst erschienen).

Darmsaft.

Ueber die von den drüsigen Organen der Darmschleimhaut abgesonderten Flüssigkeiten ist unsre Kenntniss sehr gering. Diess liegt zum grossen Theil an der Schwierigkeit, jene Secrete isolirt von Speiseresten oder Secreten der Leber und des Pankreas oder Verdauungsproducten zu erhalten. Während daher früher über diesen Gegenstand mehr subjective Ansichten als objective Thatsachen vorlagen, hat *Frerichs*[1]) auch über diesen Gegenstand einiges Licht verbreitet.

Derselbe hat mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass die lenticulären Kapseln, welche theils als solitäre, theils in Haufen als sogenannte Peyer'sche Drüsen im Dünndarme vorkommen, nur wenig zur Bildung des Darmsaftes beitragen; diese linsenförmigen Drüschen sind bekanntlich geschlossene Säcke, welche nur selten und zwar hauptsächlich wohl im pathologischen Zustande platzen und so ihren Inhalt auf die Schleimhaut des Darmes entleeren. *Frerichs* fand im Inhalte dieser Säckchen, wenn dieselben durch das Compressorium ausgepresst waren, eine alkalisch reagirende, durch Essigsäure gerinnbare Flüssigkeit, deren trübe Beschaffenheit von einem Gehalte an Molecularkörnchen und zellenkernähnlichen Formelementen herrührte. Im Typhus und andern Zuständen, die mit Anschwellung der Peyer'schen Plaques und mit Hervortreten der einzelnen kuglichen Kapseln verbunden sind, lässt sich die Richtigkeit jener Angaben sehr leicht bestätigen. Deshalb hält *Frerichs* gewiss mit vollem Rechte die schlauchförmigen Drüsen, wie sie im Dünndarm unter dem Namen der Lieberkühn'schen, im Colon als Dickdarmfollikeln in grössern Dimensionen und grösserer Anzahl vorkommen, für die eigentlichen Absonderungsorgane des Darmsaftes. Die chemische Untersuchung des Darmsaftes beweist auch, dass die im Dünndarme abgesonderte Flüssigkeit vollkommen identisch ist mit der im Dickdarme ausgeschiedenen. *Frerichs* verschaffte sich solches Secret, indem er bei Katzen oder Hunden vier bis acht Zoll lange Stücken des Darms durch Ligaturen abschnürte, nachdem er vorher durch Pressen und Drücken etwaigen Darminhalt möglichst entfernt hatte, den Darm in die Bauchhöhle zurückbrachte und die Thiere nach 4 bis 6 St. tödtete. In der

1) *Frerichs*, a. a. O.

unterbundenen Darmschlinge fand sich alsdann eine glasartig durchsichtige, farblose und zähe Masse von stark alkalischer Reaction. Völlig ebenso beschaffen fand ich den Darmsaft aus dem Ileum eines Mannes, der in Folge einer schlecht ausgeführten Herniotomie mehrere Darmfisteln zugleich mit vollständiger Inversion einer Darmschlinge hatte; an der einen fistulösen Darmöffnung trat der Darmbrei zu Tage; an der andern konnte reiner Darmsaft gesammelt werden. Von morphologischen Elementen finden sich im Darmsafte mehr oder weniger granulirte Zellen, Zellenkerne und hie und da etwas Fett, nicht selten auch Cylinderepithelien (leicht erklärlicher Weise fand ich in dem von mir beobachteten Falle sehr viel). Trotz dieser völligen Uebereinstimmung meiner und *Frerichs*' auf verschiedenem Wege gemachten Erfahrungen ist dieser Gegenstand neueren Untersuchungen zufolge, die *Bidder* und *Schmidt*[1]) angestellt haben, sehr in Zweifel gestellt worden; denn diese Forscher konnten auf die von *Frerichs* angegebene Weise keine Spur von Darmsaft finden, so dass sie auf dessen Untersuchung verzichten mussten, bis sie aus einer künstlichen Darmfistel eines Hundes, dem Pankreassaft und Galle durch eine entsprechende Fistel nach aussen abgeführt wurden, solchen sammeln konnten.

Der Darm theils frisch gefütterter, theils nüchterner Katzen wurde unmittelbar hinter dem Duodenum unterbunden und ganz nach *Frerichs* in Abständen von einem halben Fusse 3 bis 4 Darmschlingen durch Ligaturen abgeschnürt, reponirt, die Bauchwunde zugeheftet und nach 3 bis 6 Stunden das Thier durch Strangulation getödtet. Es wurde „nicht ein Tropfen" Darmsaft gefunden. Bei dem Hunde, von welchem Darmsaft erhalten wurde, war eine Gallenblasen- und eine Dünndarmfistel angelegt worden, die 10 Tage nach der Operation völlig verheilt waren; durch eingelegte Silber- und Kaoutschukröhren wurde oben reines Lebersecret, unten Dünndarmdrüsensecret (höchstens gemengt mit noch etwas unresorbirtem Speichel und Magensafte, deren Menge indess bei nüchternem Zustande höchst gering oder = 0 sein dürfte) gewonnen.

Der Darmsaft vereinigt sich sehr schwer mit Wasser, ballt sich aber, scheinbar gerinnend, dicht zusammen, wenn man ihn mit salzhaltigem Wasser (Kochsalz, schwefelsaurem Natron u. dergl.) behandelt; der im Wasser lösliche Theil verhält sich ganz wie der weiter unten beschriebene Schleimsaft. *Frerichs* fand in dem Darmsafte 2,2 bis 2,6% fester Bestandtheile, ich nur 2,156%, und darunter der erstere 0,87% in Wasser lösliche, Theile 0,195% Fett und 0,84% Aschenbestandtheile.

1) *Bidder* und *Schmidt*, Privatmittheilung.

Frerichs ist es nicht gelungen, mit dem Darmsafte die Umwandlung irgend eines der bekannten Nahrungsmittel zu erzielen. Proteïnkörper oder leimgebende Substanzen blieben völlig unverändert; Fett liess sich darin wie in jedem andern Schlamme vertheilen. Auch auf Stärkmehl übte der Darmsaft keine besondere Wirkung aus; wenigstens wurde nach längerer Digestion bei 37° nicht mehr gekochtes Stärkmehl dadurch in Zucker verwandelt, als durch thierische Häute, lösliches Eiweiss, Caseïn u. dergl. *Frerichs* musste demzufolge dem Darmsafte jede Wirkung als directes Verdauungsmittel absprechen; dagegen hatte der Darmsaft, den ich aus der Darmschlinge des noch hier im Krankenhause befindlichen Mannes sammelte, die Eigenschaft, Stärkmehl in Zucker zu verwandeln, in hohem Grade; Proteïnkörper und Fette aber, mochte der Saft angesäuert werden oder nicht, wurden durch jenen Schleim nur so wenig verändert, dass ich an der Fähigkeit desselben, unmittelbar verdauend auf solche Stoffe zu wirken, zweifeln musste, und zwar um so mehr, da Würfel geronnenen Eiweisses ebensowohl als Fleischstückchen, die in die unterste Darmfistelöffnung gebracht wurden, fast völlig unverändert durch das Rectum abgingen; freilich befindet sich die Fistel im untern Theile des Ileums wahrscheinlich ziemlich nahe dem Blinddarm. Dagegen haben sich *Bidder* und *Schmidt* durch die schlagendsten Versuche überzeugt, dass jener Darmsaft *nicht blos Stärkmehl* ebenso schnell wie Speichel und pankreatischer Saft umwandelt, sondern dass auch der *Darm Fleisch, Eiweiss und dergleichen Proteïnkörper ebensogut verdaue, wie der Magen.*

Bei nüchternen Katzen wurde der Zwölffingerdarm unterhalb des Pankreas- und Gallenganges angeschnitten über einen ins obere Ende hineingeschobenen Korkstöpsel fest abgeschnürt, so dass Magen-, Pankreas- und Lebersecret absolut ausgeschlossen waren, ins untere Ende aber zwei in Mousselinsäckchen eingenähte Fleisch- und Eiweisscylinder möglichst tief hinabgeschoben, durch Abschnüren der Schnittöffnung der Rücktritt verhindert, reponirt, die Bauchwunde vernäht und nach 5 bis 6 Stunden das Thier getödtet. Die Säckchen fanden sich tief unten im Dünndarm wieder, erschienen schon von aussen stark zusammengefallen; beim Oeffnen zeigten sich Fleisch- wie Eiweissstücke macerirt, wie im Magensaft, ziemlich stark alkalisch, das Eiweiss namentlich ganz zerweicht und zermorscht, dem Gewichte nach in 12 bis jetzt angestellten Versuchen auf ½ bis 1/11 des ursprünglichen (des feuchten sowohl als des bei 120° getrockneten) reducirt, so dass im letztern Falle der Inhalt des Säckchens fast gänzlich verschwunden schien. Der Versuch gelang ebensogut, wenn dabei der Magensaft ausgeschlossen, der Zutritt der Galle und des pankreatischen Saftes aber gestattet wurde. Der Korkpfropfen ward dann natürlich zwischen Pylorus und den Mündungen der Gallen- und Pankreaskanäle eingebracht.

Darminhalt und Excremente.

Die chemische Untersuchung der Contenta des Darmcanals hat im Ganzen noch zu wenig sichern Resultaten geführt; ja über einzelne leicht zu eruirende Punkte war man bis auf die neueste Zeit noch verschiedener Meinung. Der Grund hiervon ist auch leicht einzusehen, wenn man erwägt, auf wie verschiedenartige Stoffe man nothwendiger Weise im Darmcanale stossen muss. Denn es bedarf kaum der Erwähnung, dass selbst nach ziemlich einfachen Nahrungsmitteln noch unverdaute und unverdauliche Substanzen mit bereits umgewandelten und zersetzten Stoffen gleichzeitig gefunden werden, dass diesem bereits sehr complicirten Gemenge auch theils unzersetzte, theils bereits metamorphosirte Bestandtheile der Verdauungssäfte beigemengt sind. Das Schwierige der Untersuchung liegt aber besonders darin, dass die verdauten löslichen Substanzen immer nur in höchst geringer Menge in einem Theile des Darmrohrs vorkommen, da solche ziemlich schnell resorbirt werden. Die unlöslichen Substanzen der Darmcontenta sind der chemischen Untersuchung weniger zugänglich, bieten aber allerdings auch dem Studium des Verdauungsactes weniger Interesse. Halten wir uns hier nur an die thatsächlichen Erfahrungen, da wir später unter „Verdauung" die Umwandlungen der Nahrungsmittel als Processe ohnedem näher auffassen müssen.

Was zunächst die Reaction des Darminhalts gegen Pflanzenfarben betrifft, so finden wir dieselbe im Duodenum und Jejunum immer sauer, im Ileum fängt sie an abzunehmen, so dass sie häufig schon eine grosse Strecke vor dem Cœcum bereits verschwunden ist. Der Inhalt des Dickdarms reagirt in der Regel alkalisch; doch geschieht es sehr oft, dass (wie bereits oben berührt worden) der innere Theil des Inhalts noch sehr stark sauer reagirt, während die äussern, mit dem alkalischen Darmsaft befeuchteten oder durchdrungenen Massen neutral oder alkalisch reagiren. Woher rührt die saure Reaction? Meistens von Milchsäure, seltner von Buttersäure, Essigsäure oder andern Säuren; die Quelle der Milchsäure ist aber je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel so wie nach dem Theile des Darms, dem das Object entlehnt wurde, sehr verschieden. Im Duodenum, wo immer trotz des Zutritts von Galle und pankreatischem Safte stark saure Reaction beobachtet wird, rührt die freie Säure, gleichviel welche Nahrungsmittel genossen worden sind, hauptsächlich von der

Säure des Magensaftes her; nach Genuss von Fleisch, saurer Milch oder angesäuerten Speisen hat natürlich auch die Säure dieser Nahrungsmittel Theil an der Reaction jener Contenta. Von einer Milchgährung oder andern sauren Gährung kann sie im normalen Zustande nicht herrühren, da gerade der normale Magensaft jeder solcher Gährung hinderlich ist. Dagegen pflegt sie im untern Theile des Dünndarms und im Dickdarme nur nach dem Genusse stärkmehlreicher Substanzen gefunden zu werden; man muss hieraus schliessen, dass hier die Reaction nicht von den Verdauungssäften herrührt, sondern von metamorphosirtem Stärkmehl. Dass die dort vorkommende freie Säure Milchsäure ist, davon kann man sich leicht durch Analyse derselben (vergl. Th. 1. S. 99) überzeugen. Es tritt aber auch im normalen Zustande im Ileum und Rectum eine Umwandlung des Stärkmehls und Zuckers in Milchsäure ein. An diesen Orten geht zuweilen bei übrigens ganz normalen Verhältnissen die Milchsäure in Buttersäure über, wie *Frerichs* nachgewiesen hat. An freien Säuren, welche aber weniger Einfluss auf die Reaction der Dünndarmcontenta haben, finden wir im Dünndarme noch Cholsäure, Glykocholsäure und Choloïdinsäure. *Frerichs* hat die Umwandlungen, welche die Gallenbestandtheile im Darmcanale erleiden, sehr vollständig verfolgt, und nachgewiesen, dass im Dickdarm sich meistens nur Dyslysin, aber wenig Cholsäure oder Choloïdinsäure vorfindet.

Vermittelst der Pettenkofer'schen Probe kann man die Gegenwart der harzigen Gallenbestandtheile in der Regel bis gegen das Ende des Ileums hin verfolgen (vergl. Th. 1. S. 130).

Unter den wenigen löslichen Substanzen, welche wir aus den Darmcontentis ausziehen können, treffen wir sehr oft Krümelzucker an. Derselbe rührt in den seltensten Fällen vom Zuckergehalte der Nahrungsmittel her; denn gerade nach zuckerreichen Nahrungsstoffen wird solcher nur in der Minderzahl der Fälle im Dünndarme und zwar nur im obern Theile desselben gefunden; der in den Magen gebrachte Zucker wird daher unstreitig als leicht lösliche Substanz schon von dort aus resorbirt. Dagegen verdankt der im Dünndarme und zuweilen noch im Dickdarme gefundene Zucker seine Entstehung der Einwirkung des pankreatischen Saftes auf Stärkmehl, eine Einwirkung, die sich unter Mithülfe des Darmsaftes bis fast ans Ende des Darmcanals fortsetzt.

Frerichs fand nach Fütterung mit Milch nur zweimal unter 7 Fällen noch Zucker im Jejunum.

Im wässrigen Auszuge der Contenta des Dünndarms, seltner in denen des Dickdarms, findet man einen in der Hitze gerinnbaren, meist auch durch Essigsäure fällbaren Proteïnkörper, immer jedoch in geringer Menge. Der geringste Theil dieser coagulabeln Materie dürfte wohl als Verdauungsproduct der aufgenommenen Proteïnkörper anzusehen sein; denn die so leicht löslichen Peptone werden zum grössten Theile schon vom Magen aus resorbirt; die Verdauung der aus dem Magen in den Dünndarm ungelöst übergehenden Proteïnkörper wird im Dünndarme nach dem Zutritte der Galle keine grosse Ausdehnung mehr haben können. Auch der pankreatische Saft kann, nach der Extensität seiner Absonderung zu urtheilen, keinen grossen Beitrag zu der coagulabeln Materie des wässrigen Auszugs der Darmcontenta liefern. Wir finden aber auch nach dem Genusse vegetabilischer, an Proteïnkörpern armer, ja sogar stickstofffreier Kost, in dem wässrigen Auszuge des Dünndarminhalts immer etwas coagulirbare, eiweissartige Materie. Deren Quelle kann demnach nur in dem Austritte einer grössern oder geringern Menge Albumins aus den Blutgefässen vermöge endosmotischer Verhältnisse zu suchen sein.

In 4 Fällen, wo nüchterne Pferde oder Hunde mit Bolis von Stärkmehl 2 Tage lang gefüttert und am dritten Tage getödtet worden waren, fand ich nicht allzu geringe Mengen coagulirbarer Materie im wässrigen Extracte der Contenta des Jejunums und Ileums. In den Ausleerungen des Ileums aus der oben erwähnten Darmfistel wurde nach dem Genusse von Wassersuppen und andrer stickstoffarmer Kost immer coagulirbare Materie gefunden und zwar in solcher Menge, dass diese nicht füglich von dem Proteïngehalte des Brodes, Grieses u. dgl. hergeleitet werden konnte. Kaum bedarf es wohl der besondern Erwähnung, dass das beim Kochen entstehende Präcipitat stets noch mit Säuren und andern Agentien zu behandeln ist; denn in dem wässrigen Auszuge der Darmcontenta, namentlich in dem des Colons, beobachtet man nicht selten beim Erhitzen eine Ausscheidung, die jedoch nicht von Albumin herrührt, sondern theils in dem Th. 1 S. 346 berührtem Verhalten schwach saurer Lösungen von Erdsalzen ihren Grund hat, theils auch in der Gerinnung von Schleim, die namentlich bei Gegenwart einer grossen Menge gelöster Alkalisalze der des Albumins höchst ähnlich ist. *Frerichs* hat öfter auch noch im Colon und selbst im Rectum von jungen Hunden und Katzen nach reichlichem Fleischgenuss Eiweiss gefunden; derselbe neigt sich daher zu der Ansicht, dass trotz der Hindernisse, welche die Galle der weitern Verdauung coagulirter Proteïnkörper im Darmkanale entgegenstellen möge, doch wenigstens geringe Mengen von Proteïnkörpern verdaut oder wenigstens das modificirte Eiweiss (Pepton) vielleicht gerade durch Galle und Bauchspeichel in gewöhnliches Eweiss umgewandelt würden. Ich kann diese Ansicht keineswegs für irrig erklären, da nur genaue, quantitative Bestimmungen, die hier schwerlich gut auszuführen sind, hierüber entscheiden könnten; allein die oben erwähnten Thatsachen deuten wohl darauf hin, dass

die coagulirbare Materie, welche man in dem Darminhalte so häufig findet, ihren Ursprung in andern Quellen haben könne, als in der unmittelbaren Verdauung der eingenommenen Proteïnkörper zu löslichem und gerinnbarem Eiweiss. Ich muss *Frerichs'* Erfahrung vollkommen bestätigen, dass bei jungen Fleischfressern lösliches Eiweiss sich noch im Dickdarme vorfindet; es schien mir dasselbe aber geradezu aus dem unverdauten Fleische herzurühren; denn der Inhalt bestand noch aus Klumpen von Fleisch (auch wenn ihnen dasselbe ziemlich fein gehackt gegeben worden war), und die innern Theile dieser Klumpen rötheten Lackmus, eine Reaction, die wohl von der ursprünglich in dem Nahrungsmittel enthaltenen Milchsäure abzuleiten war. Hatten die alkalischen Darmsäfte aber nicht einmal die freie Säure zu tilgen vermocht, so dürfte wohl auch lösliches Eiweiss in dem Fleische unverändert geblieben sein. Im obern Theile des Dünndarms findet man am meisten Eiweiss, weil dort der Inhalt am verdünntesten und zur Aufnahme von Eiweiss aus den Blutcapillaren am geeignetsten ist.

In dem Filtrate der Dünndarmcontenta findet man nur selten Dextrin und stets nur geringe Mengen von Peptonen (*Frerichs.*)

Ich habe nie mit Sicherheit Dextrin gefunden; dagegen findet man immer geringe Mengen jener in Wasser löslichen, in Alkohol unlöslichen Stoffe, die man früher Speichelstoff nannte.

Vergleichen wir die alkoholischen Extracte der verschiedenen Strecken des Dünndarms und des Dickdarms, so finden wir in denselben, ausser dem bereits erwähnten Zucker, den freien Säuren und deren Alkalisalzen, besonders Gallenbestandtheile und in dem ätherischen Auszuge dieser alkoholischen Extracte neben Fett mehr oder weniger Stoffe, welche mit Zucker und Schwefelsäure die bekannte Gallenreaction geben.

Dass man in dem Duodenuminhalte noch ziemlich unveränderte Galle findet, ist wohl sehr natürlich; allein auffallend ist mir immer gewesen, dass auch im Mageninhalte getödteter Thiere so wie plötzlich verstorbener Menschen sich immer Gallensubstanzen und hauptsächlich die harzigen Bestandtheile derselben nachweisen liessen. Besonders auffällig war mir diese Erfahrung am Mageninhalte zweier 3 Tage lang mit Stärkmehlbolis gefütterter Pferde; das alkoholische Extract des Mageninhalts wurde durch Essigsäure oder Salzsäure fast ebenso stark getrübt, wie das des Duodenuminhalts; der Niederschlag erschien unter dem Mikroskop in kleinen traubenförmig gruppirten Bläschen oder Kugeln, die sich in siedendem Wasser auflösten, beim Erkalten aber wieder in der frühern Form ausschieden; diese lösten sich in fixen und flüchtigen Alkalien sowie in Alkohol leicht auf, aber nicht in Aether; die ammoniakalische Lösung verdunstet, zeigte unter dem Mikroskop dendritische, den Salmiakefflorescenzen ähnliche, nur etwas dichtere Gruppirungen; die Kalilösung dagegen Wegebreitblättern ähnliche, krystallinische Gestalten; die Lösungen dieses Körpers wurden weder durch Gerbsäure noch neutrales essigsaures Bleioxyd, wohl aber durch basisches gefällt; da er die Gallenreaction mit Zucker und Schwefelsäure sehr schnell und schön gab, so ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass hier im

Magen wie im Duodenum unveränderte Gallensäuren, namentlich Glykocholsäure, vorhanden waren.

Je weiter man im Darmkanale hinabsteigt, desto weniger von jenen harzartigen Säuren der Galle findet man in dem alkoholischen Extracte, desto mehr aber gehen verhältnissmässig in das Aetherextract über. *Frerichs* hat auch die Veränderungen, welche die Galle im Verlaufe des Darmkanals erleidet, am sorgfältigsten untersucht. Wir haben schon im 1. Th. darauf aufmerksam gemacht, dass hauptsächlich im Dünndarme sich noch mit Leichtigkeit die Gegenwart der harzigen Gallensäuren nachweisen lässt; ja in der Nähe des Duodenums findet man oft noch unzersetzte Galle, so dass diese im wässrigen Auszuge nachzuweisen ist; durch die gleichzeitige Einwirkung der freien Säure, ferner leicht wandelbarer Proteïnkörper und der Temperatur des thierischen Körpers wird die frisch in den Darm entleerte Galle sehr bald in die bekannten Zersetzungsproducte zerlegt; es finden sich daher hier die nur in Alkohol löslichen Modificationen der stickstofffreien Choloidinsäure, während bei weiterm Fortschreiten im Darmkanale der grösste Theil dieser nur in Alkohol löslichen Säure schwindet, anstatt dessen aber ein sich ebenfalls allmälig verringernder Theil in Aether löslicher Gallensubstanz zeigt, nämlich die *Berzelius*'sche Cholinsäure und Fellinsäure oder die eine Modification des *Mulder*'schen Dyslysins. Im Dickdarm und in den festen Excrementen habe ich stets noch nur in Aether lösliche Substanz gefunden, diese jedoch in so geringen Mengen, dass nach einer (hier nur möglichen) ungefähren Schätzung nicht angenommen werden kann, dass dies alle Galle sei, welche sich aus der Leber in das Duodenum ergossen hatte, sondern dass man vielmehr zu der *Liebig*'schen Ansicht geführt wird, wornach ein grosser Theil der Galle im Verlaufe des Darmkanals wieder absorbirt wird. Da es möglich gedacht werden kann, dass die harzigen Gallensäuren in das auch in Aether unlösliche Dyslysin verwandelt worden wären, so kochte ich die Dickdarmcontenta und Excremente von Menschen und Hunden nach Fleischgenuss mit kalihaltigem Alkohol, konnte aber in der dadurch bewirkten Lösung nur selten und dann nur Spuren von Gallenharz, d. h. von regenerirter Choloidinsäure, nachweisen.

Ich muss hier wiederholt darauf aufmerksam machen, dass man bei Prüfung des ätherischen Extractes der Darmcontenta auf Galle sehr vorsichtig zu Werke gehen muss, um mittelst der *Pettenkofer*'schen Probe nicht Gallenstoffe mit Elain zu verwechseln (vgl. oben S. 82).

Etwas Fett findet man immer im ganzen Verlaufe des Darm-

kanals; dass nach fetthaltigen Nahrungsmitteln die Menge desselben in den Contentis allmälig abnimmt, braucht wohl kaum erwähnt zu werden; doch findet man nach fettreichen Nahrungsmitteln oft noch so erhebliche Mengen Fett in den festen Excrementen, dass man hierin leicht eine Bestätigung der von *Boussingault*[1]) gemachten Erfahrung finden kann; derselbe fand nämlich bei Versuchen an Enten, dass in bestimmten Zeiten vom Darmkanale aus immer nur gewisse nicht allzu grosse Mengen Fett resorbirt werden können, eine Erfahrung, die neuerdings von *Bidder* und *Schmidt*[2]) an Säugethieren vollkommen bestätigt worden ist. In den Fetten lassen sich übrigens immer Spuren von Cholesterin nachweisen.

Auch das Gallenpigment erleidet im Darmkanale allmälig dieselben Veränderungen, die wir an ihm bei der Fäulniss oder Zersetzung der Galle überhaupt wahrnehmen; nur im alkoholischen, seltner im wässrigen Extracte des Dünndarminhalts gelingt es mittelst des Gemisches von Schwefelsäure und Salpetersäure die bekannten Farbenveränderungen hervorzurufen; im Dickdarm ist das Gallenpigment allem Anscheine nach in derselben Modification enthalten, die nach *Berzelius* und *Scherer* als letztes Umwandlungsproduct des Cholepyrrhins anzusehen ist.

Taurin ist von *Frerichs*[3]) oft, wiewohl nicht immer, im ganzen Verlaufe des Darmkanals und selbst in den festen Excrementen nachgewiesen worden.

Die in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Bestandtheile des Darminhalts fallen meistens der mikroskopischen Untersuchung anheim. Sie bestehen auch im wesentlichen aus unverdauten oder unverdaulichen Speiseresten. Was die unverdauten Substanzen betrifft, so finden wir ausser Fetttropfen Stärkmehlkörner, Muskelfasern und Zellgewebsfibrillen gewöhnlich noch in den Excrementen nach dem Genusse der entsprechenden Nahrungsmittel. Die *Stärkmehlkörner* pflegen in ihrem Durchmesser verjüngt zu sein, und zwar um so mehr, je tiefer unten im Darmkanale sie gefunden worden sind; gewöhnlich erscheinen sie rissig und gelappt, so dass einzelne Häute derselben theilweise oder vollkommen abgelöst sind; im letztern Falle kann man sie oft nur unter Mithülfe von Jodwasser unter dem Mikroskop als solche erkennen. Die *Muskelfasern* finden wir in den ver-

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 19. p. 117—125.
2) *Bidder* und *Schmidt*, Privatmittheilung.
3) *Frerichs*, a. a. O. S. 841.

schiedensten Phasen ihrer Umwandlung; man erkennt noch einzelne Muskelprimitivfasern unversehrt in ihrer histologischen Formation, dann parallelopipedische Stücke derselben, an denen die Querstreifung noch ziemlich deutlich zu erkennen ist; letztre zeigt sich wohl auch nur in einer feinen Punktirung; dafür treten denn oft die Längsstreifen mehr hervor; das Sarkolem ist meist schon verschwunden; endlich bleibt oft nur eine ziemlich hyaline Masse übrig, die nur an der parallelen Gruppirung einzelner hervortretender Punkte als Rudiment der Muskelfaser zu erkennen ist. Eine vollständige Lösung der Muskelfasern ist aber, wie auch *Frerichs* gefunden, durch Magensaft und die übrigen Verdauungssäfte nicht zu erzielen.

Knochenreste lassen sich nach dem Genusse derselben im Darme und in den Excrementen immer nachweisen, obgleich sichtlich ein grosser Theil derselben in den ersten Wegen aufgelöst worden ist.

Da die *histologischen Bestandtheile der Pflanzengewebe* am wenigsten zur Zersetzung durch die Verdauungssäfte disponirt sind, so werden diese nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel immer ziemlich unverändert gefunden; die Cellulose ist allen organischen Lösungsmitteln unzugänglich; daher finden wir alle Arten von Pflanzenzellen: die Chlorophyllzellen bleiben unverändert, die Parenchymzellen sind nur zuweilen isolirt; Spiralgefässe sind besonders schön in den Excrementen der höhern wie der niedern Thiere zu erkennen. Auf Hefezellen stösst man oft nach dem Genusse gebackener Nahrungsmittel.

Neben dem flüssigen und festen Inhalte des Darmkanals sind auch die Gase desselben zu erwähnen. Leider besitzen wir aber über diese elastisch-flüssigen Stoffe nur sehr wenig und überdies nicht einmal recht zuverlässige Beobachtungen, da namentlich die Untersuchungen des Gasgehalts der Därme in Krankheiten meist nur an Leichnamen angestellt worden sind, die bereits 24 St. gelegen hatten. Nur *Magendie* und *Chevreul*[1]) haben den Gasinhalt des Magens, Dünndarms und Dickdarms von eben hingerichteten Menschen untersucht; indessen dürften auch selbst diese Untersuchungen wohl nicht als völlig schlussfertig anzusehen sein, da ein in wenig Stunden Hinzurichtender wohl schwerlich gut verdaut.

Im Magen eines Hingerichteten fanden *Magendie* und *Chevreul* ein Gasgemeng, welches aus atmosphärischer Luft bestand, in welcher

1) *Magendie* und *Chevreul*, Berzelius, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 338—340.

ein Theil Sauerstoff durch Kohlensäure ersetzt war; nebenbei fanden sie noch etwas Wasserstoff (dem Volumen nach war diese Luft zusammengesetzt aus 14% Kohlensäure, 11% Sauerstoff, 71,45% Stickstoff und 3,55% Wasserstoff). Darüber, dass diese Luft grösstentheils von aussen dem Magen zugeführt worden ist, kann wohl kein Zweifel sein; es ist schon oben erwähnt worden, dass beim Einspeicheln den Nahrungsmitteln eine nicht unerhebliche Menge Luft beigemengt wird, und dieses mag wohl die gewöhnlichste Art sein, wie atmosphärische Luft in den Magen gelangt; indessen kann auch bei gewissen Athembewegungen etwas Luft in den Magen durch den Oesophagus hindurch herabgezogen oder gedrückt werden, z. B. bei dem Würgen, welches dem Erbrechen vorangeht, wie *Budge* nachwies; besitzen doch manche Personen geradezu das Vermögen, willkürlich Luft zu verschlucken und durch grössere Mengen verschluckter Luft Erbrechen zu erregen.

Die Verminderung des Sauerstoffs und bedeutende Vermehrung der Kohlensäure wird wohl mit mehr Wahrscheinlichkeit von dem Austausche dieser Gase mit denen des Blutes abgeleitet, als von Gährungsprocessen; dieser Austausch ist wenigstens eine physikalische Nothwendigkeit, während Gährungsprocesse im Magen stets etwas abnormes sind. In dem von genannten Forschern untersuchten Falle scheint aber allerdings ein Gährungsprocess vorangegangen zu sein; denn dafür spricht der, wenn auch geringe, Gehalt jener Luft an Wasserstoff.

In den Leichnamen gesunder Menschen und Thiere sind die Mengen Luft, die man im Magen vorfindet, immer höchst gering. Dagegen kommen unter sehr verschiedenen Verhältnissen abnorme Ansammlungen von Luft im Magen vor, so dass man selbst eine besondre Krankheit, Pneumatosis ventriculi, annehmen zu dürfen geglaubt hat. Selbst bei Gesunden können grössre Mengen von Gas im Magen sich ansammeln nach dem Genusse solcher Speisen und Getränke, die sehr leicht in Gährung übergehen: hefereiches Backwerk, frischgebacknes Brod, Zwiebeln, Knoblauch, Rettig, rohes Obst, Most, nicht ausgegohrnes Bier, besonders wenn diese Nahrungsmittel in sehr grossen Mengen genossen werden. In solchen Fällen wird in der Luft immer ein grosser Ueberschuss von Kohlensäure gefunden werden, da alle diese Substanzen der weinigen und essigsauren Gährung unterliegen, welcher letztern fast immer auch Kohlensäureentwicklung vorangeht. Wenn aber sich hier der Luft auch Wasserstoffgas beigesellt, so dür-

fen wir uns nicht wundern, da wir bereits oben gesehen haben, wie sehr die Amylacea im Magen auch zur Buttersäuregährung geneigt sind; diese ist ja aber immer (nach *Pelouze*, *Liebig* und Andern) von Wasserstoffentwicklung begleitet.

Besonders häufig beobachtet man Luftansammlungen im Magen von solchen Kranken, die entweder, wie Hysterische und Hypochondrische, eine widernatürliche Neigung haben, Luft zu verschlucken oder bei denen die Krankheit selbst ein längeres Verweilen der Speisen im Magen bedingt oder endlich bei denen die Magensaftsecretion selbst vollkommen gestört ist. Bei Hysterischen und Hypochondrischen, welche Luft verschluckt haben, sind die durch Ructus ausgestossenen Gase meist geruchlos, und es lässt sich daher erwarten, dass diese Luft, ausser einer Zunahme an Kohlensäure, wohl wenig Veränderungen erlitten hat.

Bei Verengerungen des Pylorus sowie bei chronischen Katarrhen tritt nicht nur nach dem selbst mässigen Genusse vorerwähnter Nahrungsmittel eine Erfüllung des Magens mit Luft ein, sondern auch nach dem Genusse andrer Nahrungsmittel, die den Gesunden nicht zu belästigen pflegen und höchstens erst im Dickdarme zu Gasansammlungen Veranlassung geben, z. B. Milch, Hülsenfrüchte, Kohl, Eier, Fleisch und andre Animalien. In solchen Fällen enthält die Luft jedenfalls nur wenig Sauerstoff, viel Kohlensäure, wahrscheinlich auch Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, stets aber auch Schwefelwasserstoff, der durch den Geruch der Ructus ebensowohl als durch seine Reaction auf ein mit Bleizuckerlösung befeuchtetes Papier zu erkennen ist.

Bei Typhösen, die lange Zeit weder Nahrungsmittel noch Arzneien zu sich genommen haben, wird der Magen nicht selten von Gas aufgetrieben gefunden; hier tritt der Meteorismus nur langsam auf und wird wohl hauptsächlich durch den paralytischen Zustand der Muskelhaut des Magens begünstigt.

Chevillot[1]) fand im Magengase von Leichen (24 St. nach dem Tode) 25,2 bis 27,8 Volumenprocente Kohlensäure, 8,2 bis 13,0% Sauerstoff und 66,8 bis 59,2% Stickstoff, aber nur Spuren von Wasserstoff.

Im Dünndarme pflegt durchschnittlich weit weniger Luft als

---

1) *Chevillot,* Journ. de chim. méd. 1 Sér. T. 5. p. 596—650 et Arch. génér. de médéc. 1834. p. 285—292.

im Dickdarme gefunden zu werden; *Magendie* und *Chevreul* fanden in den Dünndärmen dreier Hingerichteter keinen Sauerstoff mehr, dagegen ausserordentlich viel Wasserstoff und Kohlensäure (im ersten Falle 24,39% CO_2, 20,08% N und 55,53% H, in einem zweiten Falle 40,00% CO_2, 8,85% N und 51,15% H, in einem dritten 25,0% CO_2, 66,6% N und 8,4% H); dagegen fand *Chevillot* im Luftgemenge, aus dem Dünndarme älterer Leichen entlehnt, immer noch 2 bis 3% Sauerstoff. Dass in Krankheiten und selbst bei Gesunden nach dem Genusse der oben erwähnten oder diesen ähnlichen Speisen oder Getränke Gasansammlungen häufiger vorkommen, als im Magen, ist leicht erklärlich; denn eines Theils werden von hier aus die Blähungen nicht so leicht wie aus dem Magen entfernt, andrerseits schreitet aber die Gährung und Zersetzung der genannten Substanzen hier um so schneller fort, je länger sie schon im Magen und Dünndarm verweilt haben. Verengerungen einzelner Strecken des Dünndarms und andere Krankheiten des Darms tragen auch hier mit zur Vermehrung des Gasgehaltes wesentlich bei.

Vergleichen wir die Zusammensetzung der Dünndarmluft mit dem Magengase, so stellt sich ein ganz anderes Verhältniss als dort heraus; wir haben es hier kaum noch mit Resten von atmosphärischer Luft zu thun, sondern der grösste Theil des Gases hat seine Quelle in der Zersetzung stickstoffhaltiger und stickstofffreier Substanzen. Es ist hierbei aber immer auch im Auge zu behalten, dass diese Gase von den Blutgasen nur durch permeable feuchte Membranen getrennt sind, und dass aus diesem Grunde die Analyse des Luftgemengs nie der Ausdruck für die aus der Zersetzung der Speisen hervorgegangenen gasigen Producte ist. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, dass die namentlich bei Kindern und hysterischen Frauen zuweilen auftretenden gefährlichen Erscheinungen von Meteorismus nicht blos durch die mechanische Verengerung des Brustkastens (durch heraufgepresstes Zwerchfell), sondern auch durch den Uebergang gewisser Gase in das Blut bedingt werden; weniger dürfte in diesen Fällen die resorbirte Kohlensäure, als vielmehr der Wasserstoff und seine Verbindungen in Anschlag gebracht werden; die Amylacea liefern durch Buttersäuregährung, die im Darme nur durch die freie Säure des Magensaftes verhindert wird, Wasserstoff, welcher in statu nascenti sich mit dem Schwefel der zersetzten Proteïnkörper vereinigt, und so das im Blute so nachtheilig wirkende Schwefelwasserstoffgas erzeugt. Die Gegenwart des Schwefelwasserstoffs in dem Dünndarmgase ist

übrigens leicht aus den Ructus zu ersehen, welche erst 4 bis 8 Stunden nach Aufnahme der Nahrungsmittel entwickelt werden. Auffallend ist es übrigens, dass solche schwefelwasserstoffhaltige Ructus sehr gewöhnlich bei dem Gebrauche von Eisenpräparaten beobachtet werden; es ist möglich, dass bei Gegenwart von Eisen die Umwandlung schwefelsaurer Alkalien in Schwefelmetalle beschleunigt und namentlich die Bildung von Schwefeleisen bedingt wird, aus dessen Zersetzung durch Säuren dann das Schwefelwasserstoffgas hervorgehen mag. Dass nach dem Gebrauche von Schwefelpräparaten Schwefelwasserstoffbildung eine gewöhnliche Erscheinung ist, bedarf kaum der Erwähnung und sicher nicht erst einer Erklärung.

Weit häufiger als im Magen und Dünndarm finden Gasansammlungen und zwar oft sehr bedeutende im Dickdarme statt. Nach den Untersuchungen *Magendie's* und *Chevreul's* ist hier der Sauerstoff ganz geschwunden; an Kohlensäure fanden diese Forscher 43,5 bis 70,0%, an Stickstoff 18,40% bis 51,03 und 5,47 bis 11,6% Kohlenwasserstoff, *Chevillot* im Dickdarmgase aus ältern Leichnamen 23,11 bis 93,00% Kohlensäure, 2,0 bis 3,0% Sauerstoff, 95,2 bis 90,0% Stickstoff und 28,0% Kohlenwasserstoff; in den Flatus fand *Marchand* durch 2 Analysen 36,5 und 44,5% Kohlensäure, 29,0 und 14,0% Stickstoff, 13,5 und 15,8% Wasserstoff, 22,0 und 15,5% Kohlenwasserstoff und in dem letzten Falle 1,0% Schwefelwasserstoff. Bemerkenswerth ist, dass Schwefelwasserstoff sich in den Dickdarmgasen immer in weit geringerer Menge vorfindet, als man dem Geruche nach annehmen zu dürfen glaubt. Die Gründe, weshalb im Dickdarme die Gasentwicklung immer bedeutender ist, als im Dünndarme, bedürfen kaum der Erwähnung; denn wenn schon im Ileum die Zersetzung der Speisereste begonnen hat, so wird sie im Dickdarme sich um so mehr fortsetzen, als dort keine freie Säure mehr zu den Fäcalmassen tritt, durch welche deren weitere Zersetzung gehemmt werden könnte. Ist aber der Dickdarminhalt sauer, so wissen wir aus dem Obigen, dass dies derselbe nur in Folge einer Buttersäuregährung ist, welche ja eben von einer reichlichen Gasentwicklung begleitet ist. Für den rationellen Arzt bedarf es sonach wohl nicht erst des näheren Hinweises auf alle jene krankhaften Zustände, durch welche grössere Ansammlungen von Luft im Blinddarm und Dickdarm bedingt werden können; wir gestatten uns nur zu erwähnen, dass diese Gasanhäufungen, die man Meteorismus oder Flatulenz zu nennen pflegt, ebensowohl eine Folge unterdrückter oder perverser Secretion der Darmsäfte sein kann,

als die Folge von verringerter Contractilität der Muskelhaut des Darms, von Strickturen und andern anatomischen Veränderungen des Dickdarms, sowie von Druck, den krankhafte Geschwülste auf die untern Darmparthien ausüben u. s. w. Die in einzelnen Theilen des Dickdarms stagnirenden Stoffe gehen in vollkommne Putrescenz über, und deren Producte, die gasigen sowohl als die festen, sind ganz dieselben, wie wir sie ausserhalb des thierischen Körpers beobachten. So fand z. B. *Frerichs* in solchen Massen ganz ähnliche Stoffe, wie sie *Bopp* aus faulenden Proteïnkörpern erhalten hat.

Die Aerzte haben in früherer Zeit an eine Secretion der Gase von den Darmwänden aus geglaubt; wer mit dem thierischen Stoffwechsel einigermassen vertraut ist und die chemischen Processe der Fäulniss kennt, wird eine solche Annahme zur Erklärung bedeutenderer Gasentwicklungen nicht blos unnöthig, sondern es nach den gegebenen Andeutungen auch völlig unwahrscheinlich finden, dass aus der allgemeinen Säftemasse Gase, wie Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Schwefelwasserstoff (aus dem Blute, wo man sie sonst nie gefunden) in den Darmkanal übertreten sollten. Indessen haben *Magendie* und *Girardin*[1]) eine auch von *Frerichs*[2]) bestätigte Beobachtung gemacht, welche wenigstens die Möglichkeit einer Gasausscheidung aus dem Blute in den Darm erweist. Wurde nämlich bei Hunden eine Darmschlinge, nachdem sie von Contentis vollständig entleert war, an beiden Enden unterbunden, so fand sich dieselbe nach einiger Zeit immer mit Luft erfüllt. Leider wurde solche Luft nicht analysirt; Wasserstoff und gasige Wasserstoffverbindungen würden wohl kaum darin zu finden gewesen sein.

Frerichs macht zugleich auf eine Luftansammlung am Darme aufmerksam, die aber eigentlich nicht hieher gehört, da sie ein in der Serosa des Darmes abgesacktes Emphysem ist; *Frerichs* beobachtete solche mit Luft erfüllte erbsen- bis haselnussgrosse Blasen häufig am Darme von Schweinen.

Obgleich aus den obigen Mittheilungen schon leicht zu entnehmen ist, welche Stoffe sich in *den durch Erbrechen entleerten Massen* vorfinden und vorfinden müssen, so dürfte es hier doch nicht ganz überflüssig sein, die verschiedene Beschaffenheit des unter verschiedenen krankhaften Zuständen Erbrochenen nach den bisherigen Erfahrungen zusammenzustellen. Leider sind aber sehr viele der uns vorliegenden Untersuchungen nur wenig zu benutzen; wie für die Diagnose einer Magenkrankheit, so ist es auch für eine wissenschaftliche Untersuchung des Erbrochenen überaus wichtig zu wissen, binnen welcher Zeit das Erbrechen nach Aufnahme der Nahrungsmittel oder ob es bei leerem Magen erfolgt ist. Nur hieran lässt sich eine wissenschaftliche Betrach-

1) *Magendie* und *Girardin*, Recherches physiol. sur les Gas intestin. Paris 1824. p. 24.

2) *Frerichs*, Verdauung a. e. a. O. S. 866.

tung dieses Gegenstandes knüpfen. Es ist aber eine wahrhaft betrübende Erscheinung, dass noch heute die sg. pathologische Chemie sich mit der physikalischen Diagnose ebensowenig als mit der pathologischen Anatomie vertraut gemacht hat; man findet daher zahlreiche Analysen von Erbrochenem bei Dyspepsie, einem Worte, was keinem rationellen Arzte genügen, der naturwissenschaftlichen Forschung aber nur hinderlich sein kann. Jeder muss wissen, dass Dyspepsie und Pyrosis ebensowohl chronischen Magenkatarrh als rundes Magengeschwür, Krebs und andre primäre und secundäre Affectionen des Magens begleiten kann; ist keine pathologisch-anatomische Diagnose gemacht, so kann die Untersuchung der von Dyspeptischen erbrochenen Massen durchaus zu nichts führen; ist es nicht möglich, eine bestimmte Diagnose bei Dyspepsie, Pyrosis oder Wasserbrechen zu machen, so ist es besser, gar keine Analyse des Erbrochenen anzustellen; denn es ist sicher nichts daran verloren. Trotz der zahlreichen mehr oder weniger genauen Untersuchungen erbrochener Materien wissen wir noch sehr wenig über die verschiedenen morphologischen und chemischen Bestandtheile der Massen, welche in den verschiedenen Krankheiten des Magens oder andrer Unterleibsorgane entleert zu werden pflegen. Das Positive lässt sich in wenigen Sätzen zusammenfassen:

Bei weitem die häufigsten Fälle sind die, wo die Hauptmasse des Erbrochenen aus unverdauten oder halbverdauten Nahrungsmitteln besteht, und zwar deshalb, weil ja gewöhnlich die Nahrungsmittel die nächste Veranlassung zur antiperistaltischen Bewegung abgeben. Es versteht sich von selbst, dass die Nahrungsmittel bereits um so mehr verändert sein werden, je länger sie im Magen verweilt haben; daher finden wir constant beim runden Geschwür des Duodenums, wo das Erbrechen erst 4 bis 6 Stunden nach Aufnahme der Nahrungsmittel erfolgt, nicht blos die eiweissartigen Substanzen, sondern auch die Amylacea bei weitem mehr verändert, als bei perforirendem Magengeschwür, bei Scirrhus Pylori dagegen gewöhnlich weniger, als bei andern krebsigen Affectionen des Magens u. s. w. Diese Umwandlungen, welche wir in den Nahrungsmitteln wahrnehmen, können nun normale und abnorme sein, d. h. man wird im erstern Falle halbverdaute (in der oben beschriebenen Weise veränderte) Muskelfasern, Peptone, Zucker u. dgl. finden. Diese Fälle sind die seltneren und kommen meist vor, wenn der Sitz der Krankheit, welche das Brechen erregte, ausserhalb des Magens liegt, jedoch zuweilen auch bei Magenkrebs. Bei weitem häufiger geschieht es, dass die Speisen, wenn sie längere Zeit im Ma-

gen verweilten, abnorme Veränderungen erlitten haben; es ist in den zucker- oder stärkmehlhaltigen Nahrungsmitteln milchsaure, essigsaure oder buttersaure Gährung entstanden, daher die ausgebrochenen Massen ausserordentlich stark sauer reagiren, schmecken und selbst das Gefühl von Stumpfheit der Zähne herbeiführen; die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe erscheinen dann unter dem Mikroskope nur wenig verändert, höchstens aufgelockert und durchscheinender; so beschaffne Massen werden hauptsächlich bei chronischem Magenkatarrh, nicht selten jedoch auch bei rundem Magengeschwür und Magenkrebs erbrochen. Es gewinnt aber den Anschein, als ob gerade bei chronischem Magenkatarrh in dem Stärkmehl, je nach der Art des abgesonderten Schleims, alle Arten von Gährung eingeleitet werden könnten, die man ausserhalb des Körpers in den chemischen Laboratorien kennen gelernt hat, ganz so wie auch bei Harnblasenkatarrh dieser bald mehr zur sauren, bald mehr zur alkalischen Harngährung disponirt. Bei Diabetikern scheint nach einigen Erfahrungen *Frerichs'* besonders die Zuckerbildung im Magen gefördert zu werden. Wichtiger ist eine andre Beobachtung desselben Forschers; derselbe überzeugte sich nämlich, dass die farblosen, zähen, fadenziehenden Massen, die zuweilen in reichlicher Menge bei Magenkatarrh ausgeschieden werden, fast vollkommen dieselben Eigenschaften besitzen, wie die gummiartigen, durch sogen. schleimige Gährung entstandenen Substanzen. Es scheint somit auch wenigstens zum Theil von der Natur des bei Magenkatarrh abgesonderten Schleimes abzuhängen, ob in den Amylaceis schleimige, milchsaure, essigsaure oder buttersaure Gährung eingeleitet wird; eine Ansicht, die in unsrer jetzigen Kenntniss der Erreger dieser verschiedenen Gährungsarten ebensowohl als in den verschiedenen anatomischen Veränderungen der Magenschleimhaut und des durch diese abgesonderten Schleimes ihre volle Bestätigung findet.

Stark verdaute und zugleich in einen fast putriden Zustand übergegangene Massen werden nur bei anatomisch-mechanischen Veränderungen im Darmkanale, eingeklemmten Brüchen, Volvulus u. s. w. erbrochen. Da, wie oben erwähnt, in den Magen- und Darmcontentis zuweilen Hefepilze, theils von aussen eingeführt, theils im Körper selbst durch Fortpflanzung vermehrt, gefunden werden, so darf es nicht wundern, dass man solche auch in dem Erbrochenen antrifft. Aehnlich mag es sich mit der *Sarcina* verhalten, deren Natur und Vorkommen nach ihrer Entdeckung durch *Goodsir*[1]) so viele Untersu-

1) *Ed. Goodsir*, Edinburgh med. and surg. Journ. V. 57. p. 430.

chungen und Besprechungen verannlasst hat. Dieses organisirte Wesen ist höchst wahrscheinlich identisch mit der schon von *Meyen*[1]) beschriebenen Alge, Merismopedia punctata, und dem von *Ehrenberg*[2]) zu den Bacillarien gerechneten Gonium tranquillum und glaucum; dasselbe bildet Platten, die aus einer grössern oder geringern Anzahl viertheiliger Zellen bestehen, die letztern, ungefähr $^1/_{300}$ bis $^1/_{500}'''$ im Durchmesser, sind quadratisch und gleichen abgeschnürten Paketen; diese finden sich auch einzeln im Erbrochenen, jedoch häufiger zu 4, 8 und 16, regelmässig zusammenhängend, so dass sie ganze Platten bilden. Diese Algen sind durchaus nicht für eine besondre Magen- oder Verdauungskrankheit charakteristisch, obwohl man sie dann am gewöhnlichsten findet, wenn die Speisen vor dem Erbrechen lange Zeit im Magen verweilt haben, z. B. bei Magenkrebs. *Frerichs*[3]) hat die Sarcina häufig im Magen von Leichnamen gefunden, welche während des Lebens kein Zeichen gestörter Verdauung hatten wahrnehmen lassen; ja selbst an mit Magenfisteln versehenen Hunden beobachtete er sie, während die Verdauung derselben eben so regelmässig und energisch von Statten ging, als vor dem Erscheinen dieser Alge. Sie erscheint daher im thierischen Organismus ohne allen Zusammenhang mit irgendwelchen pathologischen Erscheinungen.

Die Sarcina kann demnach keineswegs als diagnostisches Zeichen benutzt werden, da ihre Entstehung oder ihr Wachsthum ebensowenig durch gewisse pathologische Processe bedingt wird, als sie solche hervorzurufen vermag.

Frerichs hat ihre Entwicklung an einem mit einer Magenfistel versehenen Hunde studirt; er beobachtete zuerst runde, meist isolirte, seltner zu zweien gruppirte, kernlose Zellen von $^1/_{400}$ bis $^1/_{300}'''$; die anfangs durchsichtige Zelle erhält allmälig eine durch die Mitte gehende seichte Einschnürung, der eine andere, dieselbe rechtwinklig kreuzende, sich zugesellt; die Linien vertiefen sich vom Centrum nach der Peripherie hin, bis endlich die Zelle in 4 gleiche Theile abgeschnürt erscheint; die einzelnen Felder sind $^1/_{700}$ bis $^1/_{500}'''$; indem jedes einzelne Feld sich auf die beschriebene Weise wieder in vier Felder theilt, wächst das ursprüngliche Individuum zu den grossen von rechtwinkligen Linien durchschnittenen, leicht in einzelne viertheilige Zellen zerfallenden Platten.

Hasse fand die Sarcina auch in den Stuhlentleerungen; *Heller*[4]) scheint sie auch in einem Harnsedimente gefunden zu haben, in dem er sie jedoch nicht mit Sicherheit als solche erkannt hat.

---

1) *Meyen*, Neues System der Pflanzen. Bd. 6. S. 440.

2) *Ehrenberg*, Infusorien. S. 58. Taf. 3. Fig. 3.

3) *Frerichs*, Häser's Arch. Bd. 10. S. 175—208.

4) *Heller*, Arch. f. med. Ch. Bd. 4. H. 5. Fig. 5.

Hasse und *Kölliker*[1]), *Virchow*[2]), besonders aber *Schlossberger*[3]) haben genauere chemische Untersuchungen über die Constitution dieses Körpers angestellt. *Virchow* sah die Sarcinamolecüle durch Essigsäure sich gar nicht verändern, durch Kali anfangs durchsichtiger, später aber in amorphe Körnchen zerstört werden; *Hasse* und *Kölliker*, dass Säuren und Alkalien die Sarcinen nur blässer machen, dass sie beim Kochen mit Schwefelsäure gelöst, durch Kochen mit Salzsäure die grössern Abtheilungen in kleinere getrennt, durch erhitzte Kalilauge der Inhalt theilweise gelöst und das Gerüste vollkommen erhalten zurückgelassen werde, dass endlich die mit Schwefelsäure behandelte Sarcina durch Jod nur gelb gefärbt, durch Glühen aber vollständig zerstört werde. *Schlossberger* fand folgendes: Wasser, Alkohol, Aether und Fette, wie flüchtige Oele, liessen die Sarcinen unverändert; eben so wenig wirkten organische oder verdünnte Mineralsäuren darauf ein. Nach *Mulder's* Methode, die Cellulose zu erkennen, mit Jod und Schwefelsäure behandelt, zeigten sie durchaus keine blaue oder grünliche Färbung; durch concentrirte Schwefelsäure wurden die Sarcinen entfärbt, sehr durchsichtig; die Zwischenräume der grössten Felderabtheilungen quollen auf, und durch Zusatz von Wasser zerfielen sie in kleinere Plättchen; bei längerer Einwirkung lösten sich dieselben völlig auf; durch Salpetersäure wurden viele gelblich, jedoch nur, wenn sie vorher mit Kalilauge behandelt worden waren; demnach scheinen sie wenigstens zum Theil einen proteïnartigen Bestandtheil zu enthalten. Durch Salzsäure sie blau zu färben vermochte dagegen *Schl.* nicht; ja er zweifelt sehr an einem von der Hülle verschiedenen Inhalte, von dessen Gegenwart *Hasse* und *Kölliker* sich durch Salzsäure sowohl als durch Kali überzeugt zu haben glaubten. Aetzkali macht die Sarcinen aufquellen, namentlich die grössern Zwischenräume der Felder. Bei geistiger und saurer Gährung bleiben die Sarcinen unverändert.

Bei weitem zugänglicher der chemischen Untersuchung und physiologisch interessanter sind die meist flüssigen Materien, welche im *nüchternen* Zustande zuweilen, z. B. bei chronischem Magenkatarrh, bei rundem Magengeschwür, bei Magenkrebs, ausgebrochen werden. Obgleich erst nach Untersuchung solcher Ausscheidungen eine gedeihliche Erforschung der sonst mit Speisen gemischten erbrochenen Materien zu erwarten stand, so hat man doch bis jetzt nur wenig Analysen solcher durch den Mund entleerten Magen- und Darmausscheidungen ausgeführt und noch seltner damit die Diagnose der Krankheit festgestellt. So hat z. B. das sg. Wasserbrechen (Waterbrash) die Aufmerksamkeit der Aerzte erregt und das Ausgeworfene ist auch analysirt worden; doch einmal fand man die Flüssigkeit alkalisch, ein andermal ausserordentlich scharf sauer, ohne dass hierbei der pathologisch-chemische Process eine Berücksichtigung gefunden hätte. *Fre-*

1) *Hasse* und *Kölliker*, Mittheil. der Zürcher naturf. Gesellsch. 1847. S. 95.
2) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anatomie. Bd. 1. S. 364.
3) *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 6. S. 747—768.

richs[1]) hat auch hierin die Bahn gebrochen. Er hat nämlich nachgewiesen, dass in manchen Formen von Magenkrankheiten, namentlich dem chronischen Magenkatarrh der Säufer, zuweilen bei Magenkrebs und rundem Magengeschwür, die Speicheldrüsen consensuell gereizt sind und viel Speichel absondern, der sich im Magen ansammelt und endlich Erbrechen bedingt. In solchen Fällen trugen die erbrochenen Flüssigkeiten alle Charaktere des Speichels an sich; sie waren in den meisten Fällen alkalisch, oft auch neutral, selten sauer, enthielten viel Rhodanverbindungen und verwandelten Stärkmehl unter geeigneten Verhältnissen sehr bald in Zucker.

Diese Flüssigkeiten fand *Frerichs* durch Epithelien und Fetttröpfchen schwach getrübt; ihre Dichtigkeit schwankte zwischen 1,004 und 1,007, enthielten 0,472 bis 0,688% feste Bestandtheile, trübten sich wenig in der Hitze; mit Alkohol schieden sie weisse Flocken aus, welche die stärkeumwandelnde Kraft in hohem Grade besassen; die wässrige Lösung ihrer alkoholischen Extracte wurde durch Eisenoxydsalze dunkelblutroth. Aehnliche Arten von alkalisch reagirenden, durch Erbrechen entleerten Flüssigkeiten haben *Wright*, *Nasse*[2]), *Bird*[3]) untersucht.

Sehr oft hat man ein wässriges Erbrechen beobachtet, dessen flüssiges Auswurfsproduct sehr sauer reagirte; dasselbe kommt beim runden Magengeschwür und vielleicht auch bei nervösem Magenkrampf (wenn dieser wirklich existirt) vor. Leider sind solche Auswürflinge, wenn man in ihnen auch wirklich Milchsäure, Buttersäure oder Essigsäure mit chemischer Sicherheit nachgewiesen hätte, doch nicht so genau untersucht, dass sich entscheiden liesse, ob die überschüssige Säure in ähnlicher Weise, wie bei der Magenerweichung der Kinder (*Elsässer*), durch schleunige Gährung im Magen noch zurückgebliebener stärkmehlhaltiger oder zuckerbildender Speisereste entstanden sei, oder ob sie in Folge einer abnormen Labsaftabsonderung sich im Magen angesammelt habe.

Am häufigsten sind die in der Cholera erbrochenen reiswasserähnlichen Stoffe untersucht worden; dieselben kommen in ihrer physischen und chemischen Beschaffenheit fast vollkommen mit dem bei Urämie öfter eintretenden Erbrechen überein; sie sind gewöhnlich von schwachem, aber widrigem Geruche und saurer, neutraler oder auch alkalischer Reaction, setzen beim Stehen graulich weisse Flocken ab, die

1) *Frerichs*, a. e. a. O.
2) *Nasse*, Med. Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1844. Nr. 14.
3) *Bird*, Lond. med. Gaz. V. 29. p. 378 u. V. 30. p. 391.

aus Epithelialgebilden oder sg. Darmschleim bestehen, während die darüber befindliche Flüssigkeit klar und gelblich erscheint. Ausser den schönsten Gruppen von Cylinderepithelien finden sich in diesen Flüssigkeiten nur wenig organische Stoffe, dagegen verhältnissmässig viel anorganische Salze und darunter hauptsächlich Kochsalz mit wenig schwefelsaurem Alkali. Es hängt nur von dem Stadium der Krankheit ab, ob die Flüssigkeit sauer oder alkalisch reagirt; kurz nach Beginn der Krankheit ist das Erbrechen sauer; ich fand darin (wie *Hermann*[1]) Buttersäure und Essigsäure (vielleicht auch Metacetonsäure); enthielt die Flüssigkeit keine Speisereste, sondern war sie reiswasserähnlich und sauer oder neutral, so fand ich (wie *Schmidt*[2]) constant *Harnstoff*. War die Krankheit dagegen weiter vorgeschritten, die die Urämie begleitenden Hirnsymptome eingetreten und erfolgte nun überhaupt noch Erbrechen, so fand sich neben andern Ammoniaksalzen besonders kohlensaures Ammoniak und die Flüssigkeit war deshalb alkalisch. *Eiweiss* findet sich nur in sehr geringen Quantitäten bei saurer Reaction der Flüssigkeit, in grössrer Menge bei alkalischer Reaction.

Das specifische Gewicht solcher Flüssigkeiten schwankt zwischen 1,025 und 1,007; sie enthalten 0,4 bis 0,6% feste Bestandtheile, unter letztern oft mehr als die Hälfte mineralische (*Wittstock*[3]), *Mulder*[4]), *Andral*[5]), *A. Taylor*[6]), *Becquerel*[7]), *Güterbok*[8]), *Schmidt*.)

Das Eiweiss, über dessen Gegenwart oder Abwesenheit in den Choleradejectionen man sich so viel herumgestritten hat, ist meist nur unter Zuziehung von Salmiak oder bei alkalischer Reaction durch Neutralisation der Flüssigkeit kenntlich zu machen.

Was das Erbrechen von galligen Substanzen betrifft, so kann auch dieses von sehr verschiedener Art sein. Am gewöhnlichsten sehen wir gallige Substanzen zugleich mit Speiseresten erbrochen werden; auch lassen sich bei einer genauern chemischen Untersuchung die Gallensäuren (durch die *Pettenkofer*'sche Probe) in den meisten durch Erbrechen entleerten Substanzen nachweisen; es ist auch sehr leicht erklärlich, dass durch die antiperistaltische Bewegung zugleich der Inhalt des Dünndarms und somit auch Gallenstoffe zu Tage gefördert

1) *Herrmann*, Poggend. Ann. Bd. 22. S. 169.
2) *C. Schmidt*, epidemische Cholera u. s. w. S. 72.
3) *Wittstok*, Pogg. Ann. Bd. 24. S. 525.
4) *Mulder*, Natuur en Scheikundig Archif D. 1. St. 1. 1833.
5) *Andral*, Gaz. medic. 1847. p. 654.
6) *A. Taylor*, Chemical Gaz. 1849. p. 95.
7) *Becquerel*, Arch. génér. de méd. 18. Octbr. 1849.
8) *Güterbock*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 48. S. 780 u. 850.

werden. Grössere Mengen von Galle mit wenig Speiseresten oder nur mit Magensaft und Speichel gemengt sehen wir bei entzündlichen Zuständen der Unterleibsorgane, namentlich des Peritonäums, sowie auch bei Hirnaffectionen entzündlicher Art durch Erbrechen ausgeworfen werden; das Erbrochene ist dann grasgrün oder grünspahnähnlich gefärbt (Vomitus aeruginosus). Die grüne Farbe verdanken diese Flüssigkeiten der grünen Modification des Gallenpigments, welches durch die Einwirkung der freien Säure des Magensaftes aus dem braunen hervorgegangen ist; die Flüssigkeit reagirt auch in der Regel stark sauer und zeigt mit Salpetersäure oder salpetersäurehaltiger Schwefelsäure noch den schönsten, dem Gallenpigmente eigenthümlichen Farbenwechsel; sie enthält gewöhnlich keine in der Hitze gerinnbare Substanz, wohl aber Speichel, wie wenigstens aus der im alkoholischen Extracte nachweisbaren Gegenwart von Rhodanverbindungen hervorgeht. Wie jeder erbrochenen Masse, so sind auch dieser neben Speichel Pflaster- und Cylinderepithelien ebensowohl als Fetttröpfchen beigemengt; letztere pflegen in diesem Falle durch die Gegenwart des Cholepyrrhins unter dem Mikroskop grün gefärbt zu erscheinen.

Blutiges Erbrechen kann sich bekanntlich zu sehr verschiedenen Zuständen hinzugesellen; weniger wichtig für die nähere Untersuchung ist frisches erbrochenes Blut; dasselbe ist oft noch flüssig und ziemlich hellroth, wenn es gleich nach dem Austritte aus den Gefässen entleert wird; dagegen ist es in der Regel dunkelbraunroth gefärbt, geronnen und mit Speiseresten gemischt. Wenn bei capillären Magenblutungen, die bekanntlich in den verschiedensten Leiden ihren Grund haben können, z. B. in rundem Magengeschwür, Magenkrebs, hämorrhagischen Erosionen der Magenschleimhaut, Störungen in der Circulation des Bluts im Unterleibe, besonders der Milz und Leber u. dergl. mehr, das Blut längere Zeit im Magen verweilt: so erfolgt das von frühern Pathologen so hervorgehobene Erbrechen brauner und schwarzer, kaffeesatzähnlicher oder chocoladefarbener Massen. Rudimentäre Blutkörperchen sind in diesen Massen immer mikroskopisch zu erkennen; sollte man sich aber nicht auf die mikroskopische Untersuchung verlassen können, so kann durch schwefelsäurehaltigen Alkohol aus den getrockneten Massen leicht eine rothe Flüssigkeit erhalten werden, welche nicht blos durch die Beschaffenheit ihres festen Rückstands, sondern auch durch den Reichthum des letztern an Eisen die Gegenwart des Hämatins verräth. Fetttröpfchen, Epithelialgebilde u. s. w. findet man auch in diesen Massen.

Zucker lässt sich sehr oft im Erbrochenen nachweisen; *Mac Gregor*[1]), *Polli*[2]) und neuerdings *Scharlau*[3]) wollen solchen hauptsächlich im Mageninhalte Diabetischer gefunden haben; zwei Beobachtungen von *Frerichs*[4]) scheinen diese Beobachtungen zu bestätigen; derselbe fand nämlich in dem durch Brechmittel entleerten Mageninhalte von Diabetikern sehr viel Zucker, aber durchaus kein Dextrin. Merkwürdig war übrigens, dass trotz Neutralisation der sauren erbrochenen Masse keine Milchsäuregährung eingeleitet werden konnte.

Frerichs glaubt, dass wir durch diese Erfahrung einen Wink für die Erklärung der Pathogenese des Diabetes erhalten; so wenig dieses Moment, wenn es sich als constant erweisen sollte, zu vernachlässigen sein dürfte, so dünkt es uns doch, als ob das Wesen des Diabetes kaum in den ersten Wegen zu suchen sei; denn auch im normalen Zustande wird Stärkmehl im Magen in Zucker verwandelt, und Zucker im Blute gefunden; in der Leber wird Zucker gebildet, d. h. er wird nicht nur nach *Bernard* darin gefunden, sondern, wie ich beobachtet, geht weit mehr Zucker aus der Leber durch die Lebervenen ab, als durch Pfortader und Leberarterie ihr zugeführt wird; es ist daher wohl für jetzt richtiger mit *C. Schmidt* anzunehmen, dass im Diabetes die Umwandlung oder Rückbildung des Zuckers gehemmt sei. Dass übrigens viel Zucker im Mageninhalte von Diabetikern gefunden wird, ist wohl nicht zu verwundern, da es nicht unwahrscheinlich ist, dass, wie durch die Speicheldrüsen, auch durch die Labdrüsen aus dem diabetischen Blute Zucker ausgeschieden wird.

Nasse[5]) hat einen sonderbaren Fall beobachtet, wo grössere Mengen von Fett erbrochen wurden, welche wenigstens nicht mit Wissen des Arztes von aussen in den Magen gelangt waren.

Obgleich bereits aus der obigen Darstellung der Veränderungen, welche die einzelnen Stoffe im Darmkanale bis in das Rectum erleiden, gnügend ersichtlich ist, welche Beschaffenheit die festen Excremente im normalen Zustande haben, so müssen wir doch der pathologischen Verhältnisse der Stuhlentleerungen wegen hierauf zurückkommen. So wichtig die Erforschung dieses Gegenstandes für den Physiologen, besonders aber für den Arzt auch ist, so wenig genauere Untersuchungen besitzen wir von demselben. Die Untersuchung der festen Excremente ist aber auch mit so mancherlei Schwierigkeiten und Unannehmlichkeiten verbunden, dass selbst ein *Berzelius* sich über die Misslichkeiten seiner Untersuchung beklagt. Sieht man auch ganz ab von der Ueberwindung, die dazu gehört, solche Objekte überhaupt in der Wärme zu behandeln, ferner von der äussersten Verschiedenheit, welche sie je nach den genossenen Nahrungsmitteln zeigen, von der Leichtigkeit, mit welcher die Zersetzungsprocesse sich in diesen Massen fortpflanzen: so tritt noch besonders der Umstand einer einiger-

1) *Mac Gregor,* Lond. med. Gaz. Mai 1837.
2) *Polli,* Omodei annali univers. Mai u. Jun. 1839.
3) *Scharlau,* Zuckerharnruhr. Berlin 1846.
4) *Frerichs,* a. a. O. S. 804.
5) *Nasse,* Med. Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1844. Nr. 14.

massen guten Analyse hindernd in den Weg, dass alle Lösungsmittel trübe, durch jedes Filter gehende Lösungen geben und dass die zersetzten Gallenbestandtheile sich in alle Menstruen mit verbreiten, so dass nicht leicht ein Stoff extrahirt werden kann, dem nicht etwas zersetzter Gallenfarbstoff oder faulige Gallensubstanz adhärirte.

Ein Erwachsener entleert nach gemischter Kost in 24 St. im Zustande der Gesundheit ungefähr 120 bis 180 grm. halbfester, braungefärbter Massen, deren übler Geruch nach *Valentin's* Untersuchung weit mehr von zersetzten Gallenbestandtheilen als Speiseresten herrührt. In jenen Massen sind ungefähr 25% fester Bestandtheile enthalten, so dass also mit dem Stuhlgange eines gesunden Menschen bei gemischter Kost 30 bis 45 grm. fester, trockner Materie abgehen würden.

Da wir oben zugleich mit dem Dickdarminhalte die Bestandtheile der Fäces in Betracht gezogen haben, so gehen wir sofort zur Auseinandersetzung der Verschiedenheiten über, welche die Excremente unter besondern physiologischen und pathologischen Verhältnissen zeigen.

Es ist wohl ganz überflüssig, hier noch zu bemerken, dass, je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel, sich in den Fäces bald mehr bald weniger unverdauliche Speisereste, wie Pflanzenzellgewebe, Sehnen, Häute u. s. w. vorfinden, dass ferner um so mehr unzersetzte Galle gefunden wird, je schneller die Speisen den Darmkanal durchlaufen haben u. s. w. Wichtiger ist die Untersuchung der Beschaffenheit des sg. Mekoniums, sowie des Darminhalts des Fötus überhaupt.

Vom *fünften bis sechsten Monate* findet man im Dünndarme des *menschlichen Fötus* nach meinen Erfahrungen immer eine hellgelblich gefärbte Masse von neutraler oder schwach saurer Reaction; das ätherische Extract derselben besteht aus Margarinsäure, Oelsäure und verseifbarem Fett, gibt aber mit Schwefelsäure und Zucker nur sehr allmälig eine blaurothe Färbung; im alkoholischen Extracte lässt sich taurocholsaures Natron theils aus dem Verhalten gegen Bleisalze, Säuren und Alkalien, theils durch die Schwefelsäurebildung beim Behandeln mit Kali und Salpeter nachweisen, so auch Gallenfarbstoff, wiewohl nicht immer durch Salpetersäure, ausserdem Chlornatrium und Chlorkalium. Siedender Alkohol zieht aus der in kaltem Alkohol unlöslichen Masse eine beim Erkalten sich abscheidende und auch in seinen weitern Reactionen dem Caseïn oder Natronalbuminat ähnliche Substanz aus; der wässrige Auszug enthält neben Spuren von schwefelsauren

Alkalien eine nur durch Gerbsäure (nicht durch neutrale oder basische Blei- oder Silberoxydsalze) fällbare Substanz. Bei weitem der grösste Theil der festen Materien solchen Dünndarminhalts (gegen 89 bis 96% vom trocknen Rückstande) besteht aus unlöslicher Materie, d. h. aus Epithelialgebilden und Schleim.

Der *Inhalt des Dickdarms* im sieben- bis neunmonatlichen Fötus ist schon fast vollkommen gleich dem nach der Geburt entleerten *Mekonium;* er bildet dunkelgefärbte, braungrüne, fast schwarze, ziemlich compacte Massen, ohne Geruch und ohne auffallenden Geschmack; diese Masse ist aber sehr zur Zersetzung geneigt (wie auch *Höfle*[1]) gefunden); in 24 St. hatte sie bei gewöhnlicher Temperatur Spiritus von 78,8% bei mittlerer Temperatur in Essigsäure verwandelt. Den Dickdarminhalt sowie das Mekonium fand ich in der Regel von saurer Reaction, selten neutral; unter dem Mikroskop zeigt es sich wesentlich aus Epithelium und Schleimkörperchen bestehend; das Epithelium ist schön grün tingirt; Aether zieht ziemlich viel Fett aus, in welchem bei vorsichtigem Verdunsten die schönsten Cholesterinblättchen wahrzunehmen sind; das alkoholische Extract bildet eine schmierige schwarzbraune Masse, welche unter dem Mikroskop nichts krystallinisches zeigt; weder auf Gallensäure noch auf Gallenpigment konnte (durch Schwefelsäure und Zucker und andrerseits durch Salpetersäure) eine entschiedene Reaction erhalten werden. Der wässrige Auszug, auch wenn er vor der Behandlung mit Alkohol und Aether bewerkstelligt worden ist, enthält keine coagulable oder durch Essigsäure fällbare Materie, dagegen einen nicht durch Metallsalze, wohl aber durch Gerbsäure fällbaren, stickstoffhaltigen Körper, aber keine Spur von Sulphaten.

Die hellgelben, halbflüssigen Excremente der Säuglinge enthalten, wie schon *Fz. Simon*[2]) nachgewiesen, sehr viel Fett, welches natürlich von der genossenen Milch herrührt, ausserdem noch viel geronnenen aber unverdauten Käsestoff; das alkoholische Extract gibt in der Regel mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure den bekannten Farbenwechsel des Cholepyrrhins; gewöhnlich tritt mit dem alkoholischen Extracte auch die *Pettenkofer*'sche Reaction ein. Epithelien fehlen auch in diesen Excrementen nicht.

Liebig hatte schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass in

1) *Höfle*, Chem. u. Mikrosk. 2. Aufl. S. 85.
2) *Fz. Simon*, Medic. Chemie. Bd. 2. S. 488.

den festen Excrementen nur wenig lösliche Salze enthalten seien; ich fand in der Asche normaler menschlicher Excremente nur 23,067% löslicher Salze; *Fleitmann*[1]) (nach reichlichem Fleischgenuss) dagegen 30,58%; und *Porter*[2]) 31,58%; nach letzterem finden sich in getrockneten normalen Excrementen überhaupt durchschnittlich 6,69% Mineralstoffe. Die Asche der menschlichen Fäces enthält nach *Fleitmann* 30,98%, nach *Porter* 36,03% an Alkalien oder Erden gebundener Phosphorsäure, die mit 3 At. Basis verbunden gefunden wird; ersterer fand nur 1,13%, letzterer 3,13% Schwefelsäure; auffallend ist, dass nach beider Analysen das Kali ausserordentlich überwiegend ist über das Natron; rechnet man das Chlornatrium aus den löslichen Bestandtheilen der Asche ab, so ist das Verhältniss zwischen Natron zu Kali in der Asche nach *Fleitmann* = 1 : 40, nach *Porter* aber nur = 1 : 12; diese Differenz hängt jedenfalls von der Natur der genossenen Nahrungsmittel ab. Schon *Berzelius* wies darauf hin, dass im Darme mehr Kalk- als Talkerde absorbirt werden müssen, da sich in den festen Excrementen weniger Kalk und relativ mehr Talkerde vorfinde, als in den aufgenommenen Nahrungsmitteln; je nach der Natur der letztern wird indessen auch in den Fäces die Proportion zwischen Kalk- und Talkerde verschieden sein, indessen immer verhältnissmässig viel Talkerde gefunden werden. *Fleitmann* fand in 100 Th. Asche auf 21,36 Kalk = 10,67 Talkerde, *Porter* auf 26,46 = 10,54. Demnach ist die Proportion zwischen Magnesia und Kalk in den Excrementen = 1 : 2 bis 2½. Chloralkalien kommen in den Excrementen in sehr geringer Menge vor (1,5 bis 4,4%), dagegen finden sich in der Asche derselben immer kohlensaure Salze. Dass den Excrementen immer Sand beigemischt ist, hat schon *Berzelius* beobachtet und *Fleitmann* wie *Porter*[2]) wiederholt gefunden.

Die Asche des Kothes pflanzenfressender Thiere (von Kühen, Schafen und Pferden) wurde von *J. R. Rogers*[3]) analysirt und im wesentlichen dieselben Resultate wie beim Menschen erhalten. Warum hier mehr Kieselerde und Sand gefunden wurde, ist leicht einzusehen; bemerkenswerther ist, dass *Rogers* kaum Spuren kohlensaurer Alkalien in solchen Aschen vorfand.

Leichtlösliche Salze gehen in grösserer Menge nur in die festen Excremente mit über, wenn sie Diarrhöe erregen; *Laveran* und *Millon*[4]) haben dies vom schwefelsauren Natron und essigsauren Kali, ich vom phosphorsauren Natron dargethan.

---

1) *Fleitmann*, Pogg. Ann. Bd. 76. S. 356.
2) *Porter*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 71. S. 109—115.
3) *J. R. Rogers*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 85—99.
4) *Laveran* und *Millon*, Ann. de Chim. et de Ph. T. 12. p. 135.

Die Gegenwart von Krystallen phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks in menschlichen Stuhlgängen sah man eine Zeit lang als ein Zeichen einer schweren Krankheit, namentlich des Typhus, an: allein man ist jetzt allgemein zu der Ueberzeugung gelangt, dass solches keineswegs der Fall ist, sondern dass diese oft auch in ganz normalen Stühlen vorkommen und nur durch besonders begünstigende Umstände in vermehrter Menge gefunden werden; indessen darf nicht in Abrede gestellt werden, dass in gewissen Darmkrankheiten, wo die abgesonderten Säfte und der Darminhalt leicht in Zersetzung übergeht, wie in Typhus, Cholera und manchen Dysenterien, solche Tripelphosphatkrystalle in ausserordentlich grosser Menge durch das Mikroskop in den Stuhlgängen gefunden werden.

Es ist schon oben angedeutet worden, dass in allen den Fällen, wo die Speisen den Darmkanal schneller durchlaufen, stets eine grössere Menge unzersetzter Galle gefunden wird; daher wir solche ebensowohl beim Gebrauche salinischer als scharfer Abführmittel und so auch bei der einfachsten katarrhalischen Diarrhöe vorfinden, wie schon *Pettenkofer*[1]) darthat. Dass bei Icterus, der von Verstopfung der Gallencanäle abhängig ist, selbst die Zersetzungsproducte der Galle in den Stühlen fehlen, ist eine kaum erwähnenswerthe Thatsache. Die Excremente pflegen in solchen Fällen von schmutzig weissgrauer Farbe und sehr widrig fauligem Geruche zu sein; man findet aber sonst in ihnen keine wesentlichen Unterschiede von den normalen.

Eine *grüne Farbe der Excremente* wurde lange Zeit für ein Zeichen der Gegenwart von Galle gehalten, später wurde aber deren Anwesenheit in den grünen Stuhlgängen gänzlich geläugnet. Es sind aber allerdings der Fälle nur wenige, in welchen die grüne Farbe der Fäces von beigemengtem nicht genügend umgewandeltem Gallenfarbstoff abhängt. Diese Fälle beschränken sich fast nur auf den Zustand wahrer Polycholie, wie er selten bei Erwachsenen, gewöhnlich bei Icterus neonatorum vorkommt; hier scheint das Cholepyrrhin durch das Vorherrschen freier Säure nur bis zu der Modification des Pigments im Darme umgewandelt zu werden, die man Biliverdin genannt hat. Salpetersäure gibt mit dem alkoholischen Extracte solcher Stuhlgänge die bekannten Reactionen auf Gallenpigment, und mit concentrirter Schwefelsäure und Zucker die Reactionen auf die harzigen Säuren, so dass an dem reichlichen Vorhandensein wenig veränderter Galle in solchen Stühlen nicht zu zweifeln ist.

1) *Pettenkofer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53. S. 90.

Am bekanntesten sind die grasgrünen, breiigen Stuhlgänge, welche man *nach Calomelgebrauch* so häufig findet; es ist über die Ursache dieser Färbung manches experimentirt, aber weit mehr discutirt worden. Das Verhältniss, wie es aus unsern Untersuchungen hervorgeht, ist dieses: in den Stuhlgängen nach Calomelgebrauche findet man constant Quecksilber, mögen dieselben grün oder schwarz gefärbt sein oder ihre gewöhnliche Farbe haben; dies ist schon von *Herrmann*[1]) und besonders von *Merklein*[2]) ganz entschieden nachgewiesen worden; auch *Höfle* hat sich von der Gegenwart des Quecksilbers in solchen Fäces überzeugt; durch Schlämmen lässt sich, wie *Merklein* zuerst beobachtete, das Schwefelquecksilber aus den in Wasser angerührten Stühlen trennen und dann chemisch sehr leicht als solches nachweisen; die dunkle Farbe des Schwefelquecksilbers kann allerdings in feinerer Vertheilung mit thierischen Stoffen, gleich dem Schwefeleisen, besonders aber mit dem gelben Gallenpigmente eine lichtgrüne Farbe hervorrufen; ja schon Calomelpulver, mit gelbbraunen Excrementen zusammengerieben, bewirkt nach *Herrmann* eine grünliche Färbung derselben. Man darf aber dieser Thatsachen ungeachtet die Gegenwart wenig veränderter Galle in den Calomelstühlen nicht in Abrede stellen; denn aus dem sorgfältig bereiteten alkoholischen Extracte, dessen Menge gewöhnlich nicht gering zu sein pflegt, vermag man durch Salpetersäure die Gegenwart des Gallenpigments und durch die *Pettenkofer*'sche Probe die der harzigen Gallensäuren mit Leichtigkeit nachzuweisen. Wer solche Stühle selbst untersucht, wird wenigstens zu der subjectiven Ueberzeugung gelangen, dass ein Theil der grünen und zwar lichtern Färbung solcher Excremente wohl vom Gallenpigmente mit herrühren möge. Hierzu kommt aber, dass *Buchheim*[3]) neuerdings sich an mit künstlichen Gallenblasenfisteln (nach *Schmidt's* und *Bidder's* Methode angelegt) versehenen Hunden überzeugt hat, dass durch Calomelgebrauch in der That eine vermehrte Gallensecretion neben reichlicherer Schleimabsonderung bedingt wird. Wenn übrigens nach Calomelgebrauch zuweilen (ja gar nicht so selten) keine grünen, sondern normal gefärbte oder dem speciellen krankhaften Processe eigenthümliche Stuhlgänge beobachtet werden, so wird wohl Niemand dies als Grund gegen die *Merklein*'sche Ansicht geltend

1) *Herrmann*, De rationibus dosium calomellis etc. diss. inaug. Hauniae 1839.

2) *Merklein*, über die grünen Stühle nach dem Gebrauche des Calomels im typhösen Fieber. Inauguralabhandlg. München 1842.

3) *Buchheim*, Privatmittheilung.

machen wollen; denn das versteht sich wohl von selbst, dass gerade bei abnormen Zuständen im Darme nicht immer die Bedingungen zur Bildung von Schwefelquecksilber vorhanden sein werden; andrerseits würde diess ebensowenig gegen die Theilnahme des Gallenpigments an der Färbung sprechen, da ja durch die verschiedensten Verhältnisse die Einwirkung des Calomels auf die Lebersecretion modificirt und gänzlich gehemmt werden kann.

Anders verhält es sich mit den dunkeln, oft schwarz, häufig aber auch grün gefärbten Stuhlgängen nach längerm Gebrauche von Eisenpräparaten oder eisenhaltigen Mineralwässern, namentlich solchen, die neben kohlensaurem Eisenoxydul schwefelsaures Natron enthalten. Dass in diesen Excrementen die grüne Farbe von Schwefeleisen herrührt, hat *Kersten*[1]) zuerst dargethan. Derselbe hat wohl nur darin geirrt, dass er die Färbung dem Doppeltschwefeleisen zuschrieb, verführt durch die Analogie mit der Bildung des Speerkieses (prismatischen Schwefelkieses, $Fe S_2$), welche bekanntlich in stagnirenden Wässern vor sich geht, wo organische Substanzen neben Eisenoxyden und schwefelsauren Alkalien in Fäulniss übergehen. In drei Fällen, wo ich grüne und schwarze Excremente solcher analysirte, welche längere Zeit Marienbader Kreuzbrunnen an der Quelle gebraucht hatten, fand ich[2]) im trocknen Rückstande der breiigen Stühle 3,163 %, 1,039 % und 2,100 % Einfachschwefeleisen.

Das wässrige Extract dieser Excremente enthielt sehr viel schwefelsaures Eisenoxydul, dessen Menge um so grösser zu sein schien, je länger die Excremente mit Wasser an der Luft digerirt worden waren. Der in den indifferenten Menstruis unlösliche Rückstand dieser Excremente entwickelte mit Salzsäure Schwefelwasserstoff, während die abfiltrirte salzsaure Flüssigkeit Eisen durch alle Reagentien deutlich erkennen liess. Indem ich nun den in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Rückstand in drei Theile schied, aus dem einen das Eisen mit Salzsäure auszog, die Lösung mit Chlor behandelte und das Eisenoxyd nach Fällung mit Aetzammoniak quantitativ bestimmte, den zweiten Theil mit Königswasser behandelte und aus der Lösung Eisen und Schwefelsäure bestimmte, und endlich den dritten Theil mit kohlensaurem und salpetersaurem Natron einäscherte: ergab sich das Verhältniss des Eisens zum Schwefel um die Proportion von 28 : 16 schwankend, was also offenbar für Einfachschwefeleisen sprechen würde.

Man hat daran gezweifelt, dass das Schwefeleisen selbst im Zustande feinster Vertheilung eine grüne Farbe hervorbringen könne: allein man kann sich sehr leicht hiervon überzeugen, wenn man Eiweiss mit einem Eisenoxydul-

1) *Kersten,* Walther's und Ammon's Journ. f. Chir. Th. 3. S. 180.
2) *Lehmann,* Göschens Jahresber. Bd. 3. S. 42.

salze versetzt, den Niederschlag durch ein Alkali auflöst und Schwefelwasserstoff zuleitet oder eine Schwefelleber zusetzt; es entsteht alsdann kein Niederschlag, sondern die vorher farblose Flüssigkeit wird von gebildetem Schwefeleisen intensiv stahlgrün gefärbt.

Das nur wenig gelb gefärbte alkoholische Extract jener Excremente enthält weder Gallenpigment noch harzige Gallensäuren, dagegen ist im ätherischen Extracte neben Fett eine Substanz enthalten, welche die deutlichste Reaction auf Zusatz von Zucker und Schwefelsäure liefert.

In dem ätherischen Extracte, welches 6 bis 16 % der getrockneten Excremente betrug, war neben Margarin und Elain Buttersäure und wahrscheinlich noch einige andre derselben nahe stehende Säuren enthalten. In 100 Th. der trocknen Excremente waren 22 bis 24 % in Alkohol lösliche Stoffe, 14,5 bis 18,7 % nur in Wasser lösliche und 16,6 bis 26,8% unlösliche Materien (Speisereste, Schleim u. s. w.) enthalten. An Mineralstoffen fanden sich in diesen Excrementen nach dem Trocknen 18,4 bis 27,8 %, und darunter 3,04 bis 4,67 % schwefelsaures Natron.

Manche vegetabilische Stoffe bedingen auch zuweilen eine mehr oder weniger *grüne* oder *schwarze Farbe der Excremente*; bei medicinischem Gebrauch von Indigo werden die Stuhlgänge oft grün gefunden; schwarz häufig nach dem von Heidelbeeren oder dem Gebrauche von Kohle; lichtgelb nach dem von Rheum, Gummigutt und Safran; hellgelb ist der Stuhlgang jedoch auch, wenn Galle dem Darme nur spärlich zufliesst, daher bei manchen Leberaffectionen.

Reich an Fett findet man die Excremente nach dem Genusse fettreicher Nahrungsmittel, was leicht erklärlich ist, da nach *Boussingault's* so wie *Bidder's* und *Schmidt's* Versuchen im Darmkanal nur bestimmte Quantitäten Fett resorbirt zu werden pflegen; dieselbe Beobachtung macht man daher auch beim Gebrauche von Leberthran. Krankhafter Weise soll man nach *Heinrich*[1]) den Fettgehalt der Fäces vermehrt finden bei Consumtionskrankheiten, namentlich bei Lungenphthisen, Bright'scher Krankheit und Diabetes mellitus; constant ist jedoch diese Fettvermehrung bei keiner dieser Krankheiten zu beobachten.

Zucker hat man bei Diabetes mellitus in den Excrementen nachzuweisen vermocht; jedoch findet er sich auch nicht constant.

Das Vorkommen von Blut in den Fäces ist eine der häufigsten, wiewohl oft übersehenen Erscheinungen. Bei Hämorrhoïden, Dysenterien und andern erheblichen Blutungen des Dickdarms ist die Gegen-

1) *Heinrich*, Häser's Arch. Bd. 6. S. 306.

wart von Blut nicht zu übersehen und bedarf in der Regel keines künstlichen Nachweises. Ist dagegen die Blutung sehr gering und geht sie namentlich vom Magen oder Dünndarm aus, so erscheinen die Excremente verschieden gefärbt, so dass wenigstens aus der Farbe und übrigen Beschaffenheit der Fäces nicht ohne weiteres auf beigemengtes Blut geschlossen werden kann. Sehr bekannt sind die schwarzen oder chocoladefarbenen, theerartigen Stühle, wie man sie sonst als der Melaena eigenthümlich annahm, aber in allen Fällen von Blutungen im obern Theile des Darmkanals, bei rundem Magengeschwüre des Magens oder Duodenums, bei Krebs, Corrosionen u. s. w. beobachtet. Mikroskopisch sind in solchen Excrementen immer Rudimente von Blutkörperchen nachzuweisen, und chemisch durch schwefelsäurehaltigen Alkohol das Hämatin; farblose Blutkörperchen oder Schleimkörperchen fand ich in einem Falle (bei Krebs) in grosser Menge beigemischt. Im Typhus geschieht es nicht allzu selten, dass ohne Gebrauch von Calomel grüne flüssige oder halbflüssige Excremente entleert werden (während oft nach Calomelgebrauch in dieser Krankheit keine solche Färbung beobachtet wurde); diese grüne Färbung rührt hier, wie zuweilen auch in der Ruhr und bei Darmkrankheiten kleiner Kinder von beigemengtem Blute her. Gallenfarbstoff und Gallensäure sind in solchen Stühlen nur selten in erheblicher Menge durch die chemische Untersuchung nachzuweisen; betrachtet man jedoch dieselben unter dem Mikroskop, so findet man immer verzerrte, theils noch deutlich gelb gefärbte, theils sehr blasse Blutkörperchen neben farblosen, den Eiterkörperchen ähnlichen Zellen. Es ist daher kaum daran zu zweifeln, dass in solchen Excrementen die grünliche Färbung wesentlich durch das darin vertheilte Blut bedingt werde; finden wir doch z. B. vorzugsweise im Typhus auch in andern Ausscheidungen, die nie von einem Blutabgange begleitet sind, eine grüne Färbung z. B. im Lungenauswurfe, der ja selbst bei normal verlaufenden Pneumonien sehr oft eine ins grüne stark übergehende Färbung annimmt und die schönsten Blutkörperchen mikroskopisch erkennen lässt.

Eiweiss in coagulirbarem Zustande kommt zuweilen in normalem Stuhlgange vor, wie bereits oben erwähnt worden ist. In der grössten Menge wird es jedoch beim Ruhrprocesse durch den Darm ausgeschieden; die Dejectionen sind in dieser Krankheit oft so reich an Eiweiss, dass auf Zusatz von Salpetersäure und durch Kochen nach Neutralisation mit Ammoniak die ganze Flüssigkeit erstarrt. Sehr oft findet man auch gerinnbares Eiweiss in den breiweichen oder

flüssigen Fäcalmassen, welche zuweilen bei Bright'scher Krankheit vorkommen. Constant findet sich aber Eiweiss und zwar in ziemlich grosser Menge in den flüssigen Stühlen bei Typhus. In der Cholera ist in den Stuhlgängen immer etwas gerinnbares Eiweiss nachzuweisen; nur muss man hier, wie bei der Untersuchung der meisten eiweisshaltigen Stühle, die Flüssigkeit, da sie in der Regel alkalisch reagirt wegen grössern oder geringern Gehalts an kohlensaurem Ammoniak, vor dem Kochen mit Essigsäure neutralisiren oder die Coagulation des Albumins durch Salpetersäure, Alkohol u. dergl. bewerkstelligen. Der Eiweissgehalt der Darmdejectionen ist indessen bei der Cholera bei weitem geringer als im Typhus.

Epithelialgebilde finden sich in jedem diarrhoïschen Stuhlgange; bei Typhus, Cholera und Dysenterie lässt sich aus den Stuhlgängen die oft sehr rapide Abschilferung des Epitheliums verfolgen, welches meist noch in ganzen Gruppen zusammenhängt, ja in der Cholera findet man oft den vollständigen Epithelialüberzug einzelner Darmzotten.

Schleim- oder Eiterkörperchen fehlen selten in einem diarrhoischen Stuhle; hauptsächlich findet man sie schon bei einfacher, katarrhalischer Diarrhöe; sie werden aber zuweilen in solchen Mengen in den Ausleerungen gefunden, dass man ihrem milchigen Ansehen nach diese Erscheinung *Chylorrhöe* genannt hat. Bei chronischem Verlauf der Dyssenterie, der sg. Lienterie, wird diese Erscheinung am gewöhnlichsten beobachtet. Im Typhus und der Cholera findet man immer sehr viel solcher Zellen, hauptsächlich aber in der reinen Dyssenterie.

Einen glasartigen Schleim, in grösseren oder kleineren Massen zusammengeballt, findet man bei Dickdarmkatarrh, möge derselbe primär sein oder sich zu Typhus u. dergl. hinzugesellt haben; dieser Schleim ist den Dickdarmfollikeln entsprossen und verräth seinen Ursprung durch die in ihm mikroskopisch erkennbaren runden blassen oder länglichen granulirten Zellen und Zellenkerne.

Pseudomembranen, fibrinöse Exudate und brandig abgestossene Scheimhautschorfe findet man in den Ausleerungen bei Typhus, croupöser Dysenterie und Follicularverschwärung.

Die verschiedenen *Eingeweidewürmer*, *Hydatiden* u. s. w., welche in den Stuhlentleerungen vorkommen können, gehören nicht vor unser Forum.

Der bessern Uebersicht wegen stellen wir noch kurz das physische und chemische Verhalten der Darmdejectionen bei gewissen Krankheiten: bei Typhus, Dysenterie und Cholera zusammen.

Im Typhus sind die Darmentleerungen gewöhnlich flüssig, gelblich braun oder erbsenfarben, von abscheulichem Geruche und alkalischer Reaction. Lässt man den Stuhl einige Zeit stehen, so bildet sich ein gelblicher schleimiger Bodensatz, in welchem Flocken von unverdauten Speiseresten, weisse Körnchen und bei gleichzeitigem Dickdarmkatarrh einzelne Klümpchen glasartigen Schleimes zu bemerken sind. Die Flüssigkeit ist gelblich trüb oder blassbräunlich, enthält mehr oder weniger Eiweiss. Die weissen Körnchen im Sedimente, die ungefähr von der Grösse eines Stecknadelknopfes sind, zeigen unter dem Mikroskope fast nur eine amorphe Masse, die wahrscheinlich nichts anderes ist, als ein Product der Darmgeschwüre; das in der Flüssigkeit suspendirte Epithelium ist meist gelblich tingirt; Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak finden sich im Sedimente in grosser Menge; in der Flüssigkeit stösst man in der Regel auch auf verzerrte, verblasste Blutkörperchen. Sehr oft findet man durch das Mikroskop auch Vibrionen, so wie Pilzbildungen verschiedener Art. Von der grünen Färbung der Typhusstühle ist schon in dem Obigen die Rede gewesen. Die über dem Sedimente befindliche Flüssigkeit enthält neben variabeln Eiweissmengen nur wenig Gallenstoffe, aber besonders viel lösliche Salze und darunter hauptsächlich Chlornatrium.

Beim Beginn des Ruhrprocesses findet man in den Darmentleerungen hauptsächlich Epithelium und eine an Eiweiss arme, noch mit wahrhaften Fäcalstoffen gemengte Flüssigkeit; nimmt der Process einen stark croupösen Character an, so wird hauptsächlich Blut, gemengt mit einer eitrigen Masse, entleert, in der man fibrinöse Exsudate, Blutkörperchen, Cylinderepithelium und Eiterkörperchen wahrnehmen kann; bei weniger heftigem Verlauf der Krankheit walten dagegen die Klümpchen glasartigen Schleims aus den Dickdarmfollikeln vor; Tripelphosphatkrystalle fehlen auch hier nicht; die Flüssigkeit ist ausserordentlich reich an Albumin, ein wahrhaftes Transsudat des Blutplasmas; Gallenstoffe lassen sich in dem alkoholischen Extracte ihres festen Rückstandes durch Salpetersäure ebensowohl als durch die Pettenkofer'sche Probe nachweisen.

Die Stuhlgänge in der asiatischen Cholera sind vielfach untersucht worden: diese Forschungen konnten aber nur wenig Aufschluss geben, sobald sie nicht in Bezug auf die gleichzeitige Beschaffenheit des Blutes und den Choleraprocess im Allgemeinen ausgeführt wurden. Denn man findet in den Cholerastühlen eigentlich nichts weiter, als die schon oben erwähnten Fetzen von Cylinderepithelien, ausserordentlich viel Wasser, wenig Eiweiss, sehr wenig Gallenstoffe und relativ viel Salze; unter letztern ist nach den Untersuchungen aller Forscher besonders das Chlornatrium vorherrschend und zwar in dem Grade, dass seine absolute Menge oft mehr beträgt, als die der organischen Stoffe zusammengenommen. Das reiswasserähnliche Aussehen solcher Stühle rührt nur von suspendirtem Epithelium her. Ziemlich charakteristisch, wiewohl auch im Typhus oft beobachtet, ist die rosenrothe Färbung, welche die Flüssigkeit auf

Zusatz von Salpetersäure erhält. Diese Stuhlgänge enthalten nur 1,2 bis 2,4 % fester Stoffe (*Becquerel*[1]), *Güterbock*[2]), *C. Schmidt*[3]).

Ueber den nähern Zusammenhang solcher Darmtranssudate mit dem allgemeinen pathologisch-chemischen Processe kann natürlich nur erst unter dem „thierischen Stoffwechsel" die Rede sein.

Die Darmconcremente oder sg. Darmsteine, welche seltner bei Menschen und fleischfressenden Thieren, als bei pflanzenfressenden, unter diesen besonders häufig bei Pferden, vorkommen, bestehen meist aus phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak, etwas phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, die sich um einen Rest unverdauter vegetabilischer oder animalischer Speise abgelagert haben. Ihre quantitative Zusammensetzung bietet daher der physiologisch-chemischen Forschung kein besonderes Interesse.

Wichtiger ist in mancher Beziehung die chemische Untersuchung der sg. Bezoare, mit der sich in neuerer Zeit *Merklein* und *Wöhler*[4]) so wie *Taylor*[5]) sorgfältig beschäftigt haben. Die erst genannten Forscher fanden, dass die Bezoare ihrer chemischen Natur nach zerfallen: 1) in solche, *die aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde* bestehen, 2) in die aus *Lithofellinsäure*, und 3) in die aus *Ellagsäure* oder sogenannter *Bezoarsäure* constituirten. Die Forscher haben besonders der letztern Classe und ihrem Hauptbestandtheile ihre Aufmerksamkeit gewidmet.

Die *aus Ellagsäure bestehenden Bezoare*, welche die eigentlichen orientalischen Bezoare sind, haben eine dunkel olivengrüne zuweilen auch bräunlich marmorirte Farbe, eine eirunde Gestalt, glatte Oberfläche, concentrisch schalige Structur, splittriges Gefüge; im Innern haben sie einen fremdartigen Kern; ihre Grösse variirt zwischen der einer Bohne und der eines kleinen Hühnereis. Beim Erhitzen verkohlen sie, ohne zu schmelzen, und bedecken sich mit glänzenden, gelben Krystallen. Diese Forscher haben, wie erwähnt, die Bezoarsäure gleich *Th. Taylor*, für identisch mit der Ellagsäure erkannt, nur fanden sie für dieselbe eine etwas andere Zusammensetzung, als *Pelouze*. Während bekanntlich der Letztere ihre Formel $= C_7 H_2 O_4$ schrieb, fanden dieselben dafür die Formel $= H O + C_{14} H_2 O_7 + 2$ Aq. Diese Säure hat die Eigenthümlichkeit, in ihrem Kalisalze sich bei Zutritt der atmosphärischen Luft sehr schnell zu oxydiren, so dass daraus unter andern Zersetzungsproducten eine neue Säure entsteht, die *Glaukomelansäure* $= C_{12} H_2 O_6$. Merkwürdig ist, dass die letztgenannte Säure beim Erhitzen ihres Kalisalzes mit Wasser oder Zersetzen durch Salzsäure wieder Ellagsäure giebt.

---

1) *Becquerel*, Arch. génér. de méd. Octbr. 1849.
2) *Güterbock*, Journ. f. p. Ch. Bd. 48. S. 450.
3) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera u. s. w. S. 79. 81.
4) *Merklein* und *Wöhler*, Ann. d. Ch. u. Pharm. B. 55. S. 129–143.
5) *Taylor*, Philosoph. Magaz. V. 28. p. 192—200.

Die *Bildung der Ellagsäure aus Gallussäure* bei der Verdauung der Bezoare liefernden Thiere lässt sich so erklären, dass zwei Atome Gallussäure drei Atome Wasser verlieren und ein Atom Sauerstoff aufnehmen, wie folgende Formel zeigt: $C_{14}\ H_6\ O_{10} - 3\ HO + O = (C_{14}\ H_2\ O_7\ HO)$.

Th. Taylor hat ebenfalls die unter dem Namen von Bezoaren vorkommenden Darmconcretionen ausführlicher untersucht. Er theilt dieselben ein in 1) Concretionen, bestehend aus thierischen Haaren, 2) Concretionen aus vegetabilischen Haaren, 3) aus Ellagsäure, 4) aus Lithofellinsäure, 5) aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia, 6) aus phosphorsaurer Magnesia, 7) aus phosphorsaurem Kalk, 8) aus oxalsaurem Kalk, 9) aus Ambra.

Taylor beschreibt die Ellagsäure enthaltenden Concretionen ganz wie *Wöhler* und *Merklein*. Diese *ächten orientalischen Bezoare* stammen nicht nur aus dem Darmkanal einer wilden Ziege, welche in der persischen Provinz Chorasaan lebt, sondern auch von Babianum cynocephalum. Frisch aus dem Thiere genommen sollen sie so weich sein wie hartgekochte Eier.

Die aus Lithofellinsäure bestehenden Concremente rühren nach *Taylor* wahrscheinlich von harzigen Nahrungsmitteln her; *Taylor* zieht vor, diese Säure *Harzbezoarsäure* zu nennen.

Ueber die Excremente der Vögel und Schlangen, welche, mit der Nierenexcretion gemengt, durch die Cloake dieser Thiere entleert werden, so wie über *Guano*, *Hyraceum* oder *Dasjespis* des Klippendachses (Hyrax capensis) und endlich über die *Excremente der Insecten* wird unter „Harn" ausführlicheres mitgetheilt werden.

Blut.

Von Alters her hat man über das Blut den verschiedensten Vorstellungen Raum gegeben, Vorstellungen, die alle darin übereinkamen, dass sie dieser Flüssigkeit die höchste Bedeutung für das thierische Leben beilegten; suchten doch schon die alten Aegypter und nach ihnen vorzüglich Moses so wie Empedokles den Sitz der Seele im Blute. Das Blut hat daher auch zu allen Zeitaltern in der Medicin eine grosse Rolle gespielt. Man hätte darum wohl erwarten dürfen, dass es den Forschungen der neuesten Zeit nicht an hinreichenden empirischen Unterlagen gefehlt haben möchte, um unsre Kenntniss dieses feinsten, thierischen Saftes zu einer gewissen Vollendung zu bringen: allein

leider waren die Mittel, deren eine frühere Forschung sich bedienen konnte, so völlig unzureichend und die zur Beobachtung und Untersuchung eingeschlagenen Methoden so gänzlich verschieden von den heutzutage gültigen, dass selbst die Entdeckungen des letztvergangenen Jahrhunderts nur wenig Stützpunkte für weitere Forschungen gewähren konnten. Wir schweigen von den Hemmnissen, welche eine in transscendentalen Reflexionen aufgehende Philosophie, unlautere Vorstellungen vom Leben und der Lebenskraft, mangelhafte Kenntnisse in der Physik, ja selbst in der Logik u. s. w. jeder nüchternen Anschauung und Forschung entgegensetzten; wir dürfen nicht erst erwähnen, dass die Chemie, der erst vor 75 Jahren der Sauerstoff bekannt wurde, damals noch keine Mittel bieten konnte, um die Räthsel der belebten Natur zu lösen; war doch selbst die Physik, welche bereits die grössten Probleme der Astronomie gelöst hatte, noch nicht im Stande, sich Geltung bei der Deutung thierischer Phänomene zu verschaffen. Erst in die letztvergangenen Decennien fallen die schärfern mikroskopischen Untersuchungen der Blutkörperchen, die nüchternen Forschungen über deren Entstehung, Function und Untergang, die genauern, systematisch durchgeführten Analysen des Bluts u. s. w. Von allen Seiten her hat man jüngst unter Benutzung aller wissenschaftlichen Hülfsmittel der Erforschung des Blutes die regste Aufmerksamkeit und die eifrigste Thätigkeit gewidmet: allein leider ist aller aufopfernden Mühen ungeachtet die Lehre vom Blute immer noch im Anfange ihrer Ausbildung. Je jünger aber eine Disciplin, je weniger erforscht ein naturwissenschaftlicher Gegenstand ist, desto eher pflegen sich, bei dem Mangel gewisser einheitlicher Momente und bestimmter fester Ausgangspunkte, Massen von richtig oder unrichtig beobachteten Thatsachen und mehr oder minder geistvollen Hypothesen aufzuhäufen. So ist es auch der Lehre vom Blute ergangen. Von den zahllosen Untersuchungen, die man über sein physikalisches und chemisches Verhalten in physiologischen und pathologischen Zuständen angestellt hat, von den mannigfachsten und widersprechendsten Ansichten, die man über seine Bildung und Rückbildung, über die Function des Ganzen und seiner Bestandtheile aufgestellt hat, wird das Studium desselben fast erdrückt, so dass eine wohl abgerundete Darstellung der ganzen Lehre vom Blute, eine vollkommne Sichtung des Thatsächlichen von dem Erschlossenen, des Positiven von dem Hypothetischen kaum möglich ist. Von chemischer Seite dürften die Gründe dieser nicht sehr erfreulichen Erfahrung wohl hauptsächlich

in der unzureichenden Kenntniss der eigentlichen Unterlagen der ganzen Forschung zu suchen sein; jedem unsrer Leser, der (im 1. Th. dieses) aufmerksam unsrer Darstellung der Proteïnverbindungen, der Mineralstoffe des Thierkörpers, der Pigmente u. s. w. gefolgt ist, wird es einleuchten, dass eine deutliche, der wahren Wissenschaft genügende Kenntniss des Blutes nicht eher erlangt werden kann, als bis jene noch so dunkeln Capitel der Zoochemie einigermassen gelichtet sind.

Das Blut, so wie es in den Gefässen der höhern Thiere strömt, bildet eine etwas zähe Flüssigkeit, ist schwerer als Wasser, erscheint in verschiedenen Nuancen des Roth, jedoch ist das der Arterien constant etwas heller gefärbt, als das der Venen; nur in sehr dünnen Lagen ist es durchscheinend. Alsbald nach seiner Entfernung aus dem Kreislaufe wird es zäher, gallertartig und trennt sich endlich in eine feste, dichte, rothe Masse und eine klare schwachgelbliche Flüssigkeit.

Genauere Untersuchungen der physischen Eigenschaften des Bluts haben folgendes gelehrt: das *specifische Gewicht* normalen Menschenblutes fällt durchschnittlich auf 1,055, doch schwankt es im physiologischen Zustande noch zwischen 1,045 und 1,075; bei Frauen ist es etwas geringer als bei Männern, bei Kindern geringer als bei Erwachsenen, bei schwangern Frauen noch geringer als bei nicht schwangern.

Der um unsre Kenntniss des Bluts so hoch verdiente *Nasse*[1]) fand die *Wärmecapacität* des Bluts in geradem Verhältnisse zu seiner Dichtigkeit.

Die *Farbe* des Bluts, so wie es gewöhnlich erscheint, ist etwa hellkirschroth zu nennen; heller ist sie im Jünglingsalter als bei Embryonen, Neugebornen und Greisen; etwas dunkler in der Schwangerschaft als bei nicht schwangern Frauen. Genuss verschiedener Speisen und Getränke, körperliche Bewegung und andere physiologische Verhältnisse bedingen bald dunklere bald lichtere Färbung des Bluts. Von der Einwirkung der Gase und andrer Stoffe auf die Farbe des Bluts wird weiter unten die Rede sein.

Noch warm hat das Blut einen eigenthümlichen *Geruch*, der bei Männern etwas stärker als bei Frauen zu sein pflegt.

Das Blut *gerinnt*, indem es 2 bis 5 Minuten nach seiner Entleerung von der Oberfläche und Peripherie her allmählig zäher und gallertartig wird; nach 7 bis 14 Minuten erlangt die eben entstandene Gallert eine solche Consistenz, dass die ganze Masse die innere Form

1) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. Bd. 1. S. 79.

des Gefässes angenommen und alle Liquidität verloren hat. Die ausgeschiedene Substanz, durch welche eben das ganze Blut zu einer Gallert geworden ist, fängt nun allmählig an, sich zusammenzuziehen, so dass ein grosser Theil der von ihr eingeschlossenen Flüssigkeit nach der Oberfläche hin ausgepresst wird; die ausgepresste Flüssigkeit nennt man *Serum*. Das Contrahiren der gelatinirten Substanz dauert 12 bis 40 Stunden, worauf sich unter der klaren blassgelblichen Flüssigkeit ein dichter, rother Klumpen, der *Blutkuchen*, gebildet hat; gewöhnlich hat dieser die innere Form des Gefässes in verjüngtem Massstabe; der untere Theil dieses Klumpens ist meist dunkler, der obere heller roth gefärbt, als das ursprüngliche, ungeronnene Blut. Bei Männern geht die Gerinnung langsamer vor sich, das Coagulum wird aber dichter als bei Frauen. Arterielles Blut gerinnt schneller als venöses. Atmosphärische Luft beschleunigt das Gerinnen. Ueber den Einfluss der Temperatur auf das Gerinnen ist man noch nicht einig. Beim Schütteln, Rühren oder Quirlen frischentleerten Blutes scheidet sich die gerinnende Substanz in gelblichen Flocken oder Klümpchen aus, während die Flüssigkeit ebenso roth, wie das ungeronnene Blut (nur etwas lichter gefärbt) und gleich undurchsichtig bleibt.

Schon seit *Malpighi* und *Leeuwenhoek* war es bekannt, dass das Blut nicht eine einfache Lösung verschiedener Stoffe sei, sondern vielmehr eine emulsive Flüssigkeit, in welcher feste Theile suspendirt enthalten sind. Diese festen Theile bestehen hauptsächlich aus den sogenannten Blutkörperchen, denen, wiewohl in weit geringerer Menge, noch andere Formelemente beigemengt sind. Neuere mikroskopische Beobachtungen haben über diese Körper folgendes gelehrt:

Die Blutkörperchen oder Blutkügelchen zeichnen sich durch eine jedem Thiergenus eigenthümliche Gestaltung und Grösse aus; beim Menschen bilden sie dicke, kreisrunde, schwach biconcave Scheiben, die aus einer farblosen Umhüllungsmembran und einem roth oder im durchfallenden Lichte gelbgefärbten, zähflüssigen Inhalte bestehen. Die meisten Beobachter stimmen jetzt darin überein, dass diese Körperchen grösstentheils keinen eigentlichen Kern haben, sondern nur einzelne derselben in der concaven Mitte ein nicht scharf umschriebenes, lichtes Körnchen enthalten. Die Blutkörperchen andrer Säugethiere bilden ebenfalls runde Scheiben, ausser denen des Kameels, Dromedars und Lamas, wo sie elliptisch und biconvex sind. Die Vögel haben länglich ovale, in der Mitte erhabene, am Rande

scharf zugehende Blutkörperchen; die der Amphibien sind oval und stark convex.

Die diametrale Grösse der menschlichen Blutkörperchen beträgt ungefähr $^1/_{300}$ Par. Linie ($= 0{,}00333'''$ oder $0{,}00752^{mm}$). *E. H. Weber* und *R. Wagner* haben nachgewiesen, dass im Embryo diese Körperchen durchschnittlich etwas grösser sind, als die im athmenden Thiere. Die Blutkörperchen der Säugethiere stehen an Grösse denen des Menschen ziemlich nahe, sind aber sämmtlich etwas kleiner als diese; die der übrigen Wirbelthiere, besonders jene der Amphibien, sind aber bei weitem grösser (bis $0{,}0142'''$ oder $^1/_{72}'''$); die grössten sind im Blute von Proteus anguinus.

Die Grössenverschiedenheit der Blutkörperchen verschiedener Thiere ist für die Untersuchung des Blutes derselben eines der beachtenswerthesten Momente, das um so weniger unberücksichtigt bleiben darf, als uns hier, wie in so vielen Fällen, die Chemie gänzlich im Stiche lässt, während das Mikroskop und die Mikrometrie die entschiedensten Aufschlüsse geben. Es ist nämlich heute noch so gut wie unmöglich, durch chemische Untersuchungen mit Sicherheit zu erfahren, von welcher Thierspecies ein zur Untersuchung vorliegendes Blut herrührt. Man hat zu dem Zwecke verschiedene Mittel vorgeschlagen, deren wir weiter unten wenigstens vorübergehend Erwähnung thun werden: allein keines derselben gewährt für die Mehrzahl der Fälle so bestimmte Entscheidung, als die mikroskopisch-mechanische Analyse. Dass man durch das Mikroskop allein das Blut verschiedener Classen der Vertebraten leicht unterscheiden kann, ist aus dem Obigen ersichtlich. *C. Schmidt*[1]) hat aber nachgewiesen, dass durch genaue mikroskopische Messungen der Blutkörperchen auch das Blut mehrerer Säugethiere sehr wohl unter einander und namentlich von dem des Menschen unterschieden werden kann. Da die Grössendifferenzen der Blutkörperchen verschiedener Thiere sehr gering sind, so reicht das gewöhnliche Verfahren, die Blutkörperchen mittelst *Weber's* Glasmikrometer oder eines Schraubenmikrometer zu messen, keineswegs aus; die Blutkörperchen als Blasen oder Zellen mit einer äusserst dünnen Hüllenmembran sind endosmotischen Strömungen ausserordentlich zugänglich; es ist klar, dass proportional den Mengen aufgenommener oder abgegebener Flüssigkeiten ihre Grössendurchmesser sich ändern müssen; wenn das Serum Wasser durch Verdunstung verliert, wird ein Strom Flüssigkeit aus den Körperchen heraus zum Serum treten; der Durchmesser der Zellen muss alsdann sich verjüngen, gleich wie wir ihn auf Wasserzusatz sich vergrössern sehen. Da nun bei der gewöhnlichen Methode, Blutkörperchen zu messen, allmählige Verdunstung nicht zu hindern, der Verdunstungscoëfficient für den speciellen Fall aber nicht zu berechnen ist, so kam *Schmidt* auf den Gedanken, die Blutkörperchen *eingetrockneten* Blutes zu messen. Wenn nämlich frisches Blut in äusserst dünnen

1) *C. Schmidt*, die Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen, Mitau und Leipzig 1848.

Schichten z. B. auf einer Glasplatte eintrocknet, so legen sich die Blutkörperchen mit ihrer flachen Seite auf die Glasfläche, haften an dieser an und bleiben nach dem Trocknen auf dieser ausgespannt. Dass in diesem getrockneten, und einer aufgespannten Membran ähnlichen Zustande die Blutkörperchen nichts oder nur wenig von ihrem mittleren Durchmesser verlieren, dass ferner von den Körperchen des Blutes einer und derselben Thierspecies wenigstens 95 bis 98 % von gleicher Grösse sind, und dass endlich die Körperchen des Blutes verschiedener Species der Säugethiere constante Grössenverschiedenheiten zeigen, hat eben *Schmidt* durch ebenso sorgfältige als zahlreiche Messungen dargethan. In diesem Zustande gemessen haben nach *Schmidt* die Blutkörperchen des Menschen im Durchmesser 0,0077^{mm} (mittlere Schwankungen zwischen 0,0074 und 0,0080^{mm}), des Hundes 0,0070^{mm} (zw. 0,0066 und 0,0074^{mm}), des Kaninchens 0,0064^{mm} (zw. 0,0060 und 0,0070^{mm}), der Ratte 0,0064^{mm} (zw. 0,0060 und 0,0068^{mm}), des Schweins 0,0062^{mm} (zw. 0,0060 und 0,0065^{mm}), der Maus 0,0061^{mm} (zw. 0,0058 und 0,0065^{mm}), des Rindes 0,0058^{mm} (zw. 0,0054 bis 0,0062^{mm}), der Katze 0,0056^{mm} (zw. 0,0053 u. 0,0060^{mm}), des Pferdes 0,0057^{mm} (zw. 0,0053 und 0,0060 ^{mm}), des Schaafs 0,0045 ^{mm} (zw. 0,0040 u. 0,0048 ^{mm}). Durch diese Untersuchungen ist eigentlich erst der erste Schritt zur Diagnostik verschiedener Thierblutarten gethan worden.

In weit geringerer Anzahl, wiewohl constant, finden sich im Blute neben den gefärbten die farblosen Blutkörperchen oder sogenann'en Lymphkörperchen; diese sind mehr kuglich, wiewohl nicht vollkommen sphärisch, von ungefähr $^1/_{200}$ ''' Durchmesser (entsprechend 0,005 ''' oder 0,01128^{mm}); sie haben eine granulirte Hülle und entweder einen einfachen runden, seltner ovalen oder nierenförmigen Kern oder mehrere kleinere, an einander liegende Kerne; wegen grössern Fettgehalts und Mangels an dem eisenreichen Hämatin sind sie specifisch leichter, als die gefärbten Körperchen; früher hielten einige Schriftsteller diese Zellen für Producte der Gerinnung, allein abgesehen von dem mikroskopischen Augenschein, der sie als unzweifelhafte Zellen erkennen lässt, kann man sich auch durch die mikroskopische Betrachtung des Blutlaufs in den Capillaren der Frösche (in der Schwimmhaut, dem Mesenterium oder der Zunge) leicht davon überzeugen, dass sie präformirt im kreisenden Blute enthalten sind.

Fast nur im geschlagenen Blute findet man unter dem Mikroskope noch andere Formelemente, nämlich Fettbläschen und sg. Faserstoffschollen.

Die Flüssigkeit, in welcher die Blutkörperchen suspendirt sind, hat man Blutflüssigkeit (liquor sanguinis), *Plasma*, *Intercellularflüssigkeit* genannt; im kreisenden Blute enthält sie neben andern Stoffen jene Materie aufgelöst, die das Gerinnen des Blutes bedingt.

Der Blutkuchen besteht aus dem gerinnbaren Stoffe des Bluts,

der bei seiner Ausscheidung die Blutkörperchen mit eingeschlossen hat und von einer grössern oder geringern Menge Serums durchfeuchtet ist.

Das specifische Gewicht des Serums ist weniger schwankend als das des Gesammtblutes; es ist durchschnittlich = 1,028.

Durch mechanische Scheidung zerfällt das Blut also in 3 Theile: in den gerinnenden Stoff, das Serum und die Blutkörperchen. Die Natur scheint demnach dem Streben des Chemikers entgegenzukommen, jenem Streben, welches immer darauf hinausgeht, nach vollendeter chemischer Scheidung eine mechanische Trennung der Bestandtheile des Untersuchungsobjectes herbeizuführen: allein leider liegt gerade hierin einer der hauptsächlichsten Gründe, welcher eine wissenschaftlich-gültige Untersuchung des Blutes bisher vereitelte. Die Unausführbarkeit einer scharfen Trennung der Blutkörperchen als feuchter, von Wasser und löslichen Substanzen erfüllter Zellen von der umgebenden Flüssigkeit, dem Intercellularsafte (wie wir diesen weiter unten näher beleuchten werden), raubte uns stets die Möglichkeit, einigen sichern Zugang zur Erkenntniss der Processe zu gewinnen, welche im Blute hauptsächlich durch die Wechselwirkung der darin suspendirten Zellen und des diese umgebenden Plasmas vor sich gehen. Wie bei jeder Untersuchung so insbesondere bei der für das Leben wichtigsten Flüssigkeit musste man sich vor allem den Standpunkt klar machen, von dem aus die Erforschung der betreffenden Processe unternommen werden sollte. Der Physiolog war sich bewusst, dass im Blute Zellen der Intercellularflüssigkeit gegenüberstanden und dass beide ununterbrochen auf einander einwirkten, ohne doch je in ihren Reactionen sich vollkommen auszugleichen; man wusste, dass die Intercellularflüssigkeit auf die Zellen einwirkt und der Inhalt der letztern auf jene zurückwirkt; man erkannte mit einem Worte den Zelleninhalt und die Intercellularflüssigkeit als different, als heterogen; denn ohne Differenz ist keine Reaction denkbar.

Die Intercellularflüssigkeit muss daher, wie jede andere Keimflüssigkeit (z. B. die der Hefezellen), das Material, aus welchem die Zellen gebildet werden, ebensowohl enthalten als jene Stoffe, die durch die Thätigkeit der Zelle oder deren Umwandlung und Rückbildung erzeugt werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus wollte der Physiolog das Blut untersucht wissen; denn nur von ihm aus war eine fruchtbringende Forschung denkbar. Der Chemiker vermochte aber, bewusst oder unbe-

wusst, jene differenten Untersuchungsobjecte nicht genug auseinanderzuhalten und behandelte sie meist nur als verschiedene Bestandtheile eines und desselben Untersuchungsobjectes, die wichtigsten morphologischen Elemente, den wesentlichsten Factor der Blutmetamorphose, betrachtete er nur als einfachen Bestandtheil der Gesammtmischung und setzte ihn chemisch gleich dem Fibrin und dem Albumin, nachdem er diese wie jene durch die bekannten Mittel von den vermeintlich nur mechanisch anhängenden, eingemengten Theilen getrennt hatte. Durch diese chemische Behandlung des Blutes musste der physiologische, der einzig gültige Gesichtspunkt um so mehr verrückt werden, als es dem Chemiker kaum gelang, den Stoff, den er als trockne Blutkörperchen ansah und berechnete, völlig isolirt, d. h. unvermengt mit Bestandtheilen der übrigen Flüssigkeit, zu erhalten. Um daher nicht durch die chemischen Schwierigkeiten der Untersuchung des Bluts und der Erkenntniss seiner Bestandtheile, auf die wir schon öfter im 1. Th. dieses Werks aufmerksam gemacht haben, in unsrer Anschauung der Constitution jenes thierischen Saftes von vorn herein irre geleitet zu werden: ziehen wir die Intercellularflüssigkeit und ihre Bestandtheile einerseits und andrerseits die Blutzelle und ihren flüssigen Inhalt jede für sich in besondere Betrachtung. Es wird daher nicht unpassend sein, wenn wir hier, um sogleich das berührte Verhältniss möglichst deutlich ins Licht zu setzen, die Zusammensetzung jener beiden Factoren der Blutmischung nach der Verschiedenheit ihrer Bestandtheile, und diese in annähernden quantitativen Verhältnissen vor Augen führen.

1000 gr. Blutkörperchen enthalten		1000 gr. Blutflüssigkeit enthalten	
Wasser	688,00	Wasser	902,90
Feste Bestandtheile	312,00	Feste Bestandtheile	97,10
Specifisches Gewicht	1,0885		1,028
Hämatin	16,75	Fibrin	4,05
Globulin u. Zellenmembran	282,22	Albumin	78,84
Fett	2,31	Fett	1,72
Extractivstoffe	2,60	Extractivstoffe	3,94
Mineralstoffe (ohne Eisen)	8,12	Mineralstoffe	8,55
Chlor	1,686	Chlor	3,644
Schwefelsäure	0,066	Schwefelsäure	0,115

1000 gr. Blutkörperchen enthalten		1000 gr. Blutflüssigkeit enthalten	
Phosphorsäure . . .	1,134	Phosphorsäure . . .	0,191
Kalium	3,328	Kalium	0,323
Natrium	1,052	Natrium	3,341
Sauerstoff	0,667	Sauerstoff	0,403
Phosphorsaurer Kalk .	0,114	Phosphorsaurer Kalk .	0,311
Phosphorsaure Talkerde	0,073	Phosphorsaure Talkerde	0,222

In dieser Darlegung der quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile der Hauptelemente des Blutes sind wir vorzüglich den in einem vortrefflichen Schriftchen niedergelegten Versuchen und Deductionen *C. Schmidt's* [1]) gefolgt, haben nach eignen Untersuchungen nur die Mittelzahlen für einzelne Bestandtheile bestimmt und namentlich die Vergleichungszahlen auch auf das Fett ausgedehnt. Wir werden bei der Analyse des Bluts ausführlicher auf die Methoden eingehen, nach denen diese Zahlen als annähernde Bestimmungen erlangt worden sind.

Es geht aus dem Obigen schon von selbst hervor, dass wir in unserer Betrachtung des Blutes zunächst die morphologischen Elemente desselben und zwar hauptsächlich die Zellen gesondert betrachten müssen von der Intercellularflüssigkeit. Beginnen wir daher mit den Blutkörperchen. Wollen wir unser wissenschaftliches Streben nicht mit dem abgenutzten Trostgrunde einschläfern, die Blutkörperchen seien lebendige, durch eine besondere Lebenskraft in ihren Eigenschaften disponirte Wesen, sondern suchen wir uns einen wahrhaft logischen, einen deutlichen Begriff von denselben zu bilden, so müssen wir versuchen, die einzelnen Phänomene, die wir an ihnen wahrnehmen, in eine innige Beziehung zu einander, in einen organischen Zusammenhang zu bringen. Um den Kern des Begriffs, wornach die Blutkörperchen Bläschen sind, erfüllt mit einer dunkelbraunrothen zähflüssigen Materie, müssen sich die einzelnen Eigenschaften derselben in den innigsten Beziehungen unter und zu einander herumgruppiren, gleich den Kanten und Winkeln eines Krystalls zu dessen Achsen. So ist die Färbung der rothen Molecüle des Bluts keine beziehungslose Eigenschaft, sondern sie resultirt bis auf ihre feinsten Modificationen aus dem Begriffe einer mit rother Flüssigkeit erfüllten Blase, deren Formen und Dimensionen durch verschiedene endosmotische Einflüsse wesentlich verändert werden und somit verschiedene Farbennüancen hervorrufen. Die Form, das Senkungsvermö-

1) *C. Schmidt*, Characteristik der Cholera u. s. w.

gen und das specifische Gewicht sind gleichfalls Eigenschaften, unter denen ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss immerdar stattfindet. Fassen wir also zunächst von diesem Gesichtspunkte die physikalischen Eigenschaften der Blutkörperchen auf, so werden wir wohl am sichersten zu deutlichen Begriffen über dieselben gelangen und darnach die festeste Grundlage gewinnen, um über den mechanischen Stoffwechsel zwischen diesen Zellen und der sie umspülenden Flüssigkeit uns eine nüchterne Anschauung zu bilden.

Eine der Eigenschaften, welche wir am geschlagenen d. h. defibrinirten oder auch am nichtgeschlagenen Blute hauptsächlich bemerken, ist die Geneigtheit der farbigen Molecüle des Bluts, sich in der Intercellularflüssigkeit mehr oder weniger zu senken Die Verschiedenheit in diesem Senkungsvermögen der Blutkörperchen ist in physiologischen so wie in pathologischen Zuständen oft ausserordentlich auffällig. Diese Erscheinung muss daher von gewissen andern Eigenschaften der Blutzellen abhängig sein. Es lag wohl am nächsten, den Grund jener Verschiedenheit in der höhern oder niedern specifischen Schwere der Blutkörperchen zu suchen. Man glaubte nach *Nasse* eine Bestätigung dieser Annahme in der constanten Erfahrung zu finden, dass die farblosen Zellen des Bluts diese Eigenschaft nicht mit den gefärbten Körperchen theilten, welche durch ihren eisenführenden, zähflüssigen Inhalt sich so wesentlich vor jeder andern Zellenformation auszeichnen. Zu einer genauern Untersuchung der Gültigkeit dieser Annahme wäre es aber nothwendig gewesen, genauere und vergleichende Messungen der Dichtigkeit der Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit auszuführen: allein leider waren solche Bestimmungen früher den Forschern noch nicht so zugänglich, wie sie es durch die scharfsinnigen Deductionen und Untersuchungen *C. Schmidt's* geworden sind. Es zeigte sich aber auch ohne solche scharfe Messungen, dass das specifische Gewicht wenigstens nicht der alleinige Grund des Senkungsvermögens sein konnte: denn es war schon bekannt, dass durch Zusatz gewisser Stoffe zum Blute die Senkung der gefärbten Zellen beschleunigt wird, während man hätte erwarten sollen, dass durch die Lösung dieser Stoffe in der Intercellularflüssigkeit diese dichter gemacht und somit die vermeintliche Differenz der Dichtigkeiten der Zellen und der umgebenden Flüssigkeit mehr ausgeglichen würde. Man hätte eher das Gegentheil erwarten sollen, nämlich ein vermindertes Senkungsvermögen.

Fassen wir aber, ehe wir uns nach weitern Ursachen dieser Er-

scheinung umsehen, zuvor noch das specifische Gewicht der Blutkörperchen namentlich in seinem Verhältnisse zu dem der Blutflüssigkeit näher ins Auge. Da man die Blutkörperchen nicht so vollkommen von der Blutflüssigkeit isoliren kann, dass mit ihnen directe Bestimmungen des specifischen Gewichtes ausgeführt werden können: so kann man ihre Dichtigkeit in dem Zustande, wie sie im frischen Blute befindlich sind, nur auf indirectem Wege, d. h. durch eine auf andre Bestimmungen gegründete Rechnung finden. Dass übrigens die Blutkörperchen verschiedenen Blutes ein variables specifisches Gewicht haben müssen, wird uns die spätere Analyse ihrer nähern Bestandtheile zeigen; allein schon a priori ist es zu schliessen, dass ihre Dichtigkeit je nach der Constitution der sie umgebenden Flüssigkeit verschieden sein muss, da ein immerwährender Diffusionsstrom zwischen Zelleninhalt und Intercellularflüssigkeit statt findet. Die Dichtigkeit der Blutkörperchen wird also nicht blos verschieden sein, z. B. je nach ihrem Gehalte an eisenreichem Hämatin, sondern auch je nach der Aufnahme oder Abgabe concentrirterer oder verdünnterer Lösungen ihrer löslichen Bestandtheile; ja wir werden sehen, dass die Dichtigkeit der Blutzellen weit mehr abhängig ist von den endosmotisch aufgenommenen oder abgegebenen Stoffen, als von dem Gehalte an Hämatin; denn dieser letztere ist weit weniger variabel, als der Gehalt an Wasser, wird aber wohl auch theilweise durch einen Mehr- oder Mindergehalt der Blutzellen an Fett compensirt. Die Blutkörperchen gesunden Blutes von Männern haben eine Dichtigkeit, welche zwischen 1,0885 und 1,0889 schwankt, bei Frauen zwischen 1,0880 und 1,0886. In Krankheiten z. B. in der Cholera fand *C. Schmidt* die Dichtigkeit der Blutzellen zuweilen bis 1,1025 und 1,1027 vermehrt, während sie im Blute bei Dysenterie auf 1,0855, bei Albuminurie auf 1,0845 und bei Wassersuchten auf 1,0819 herabgesunken waren.

Die Kenntniss der Dichtigkeit der Blutkörperchen so wie viele andere das Blut betreffende Entdeckungen verdanken wir dem Scharfsinne und ausdauernden Fleisse *C. Schmidt's*[1]; hat man nach der unten näher anzugebenden Methode die Gewichtsmenge der in einem Blute befindlichen feuchten Blutzellen bestimmt, so ist nach einer einfachen Gleichung die Dichtigkeit derselben leicht zu finden, sobald das specifische Gewicht des Serums und das des defibrinirten Blutes bekannt ist. Gesetzt nämlich, ein Blut enthält neben 4 p. m. Faserstoff 496 p. m. feuchter Blutzellen, das specifische Gewicht des Serums sei = 1,0280, das des defibrinirten Blutes = 1,0574: so ergiebt sich die Dichtigkeit der Blutzellen sehr leicht durch folgende Betrachtung:

1) *C. Schmidt*, a. a. O.

996 Th. defibrinirtes Blut nehmen den Raum ein von 941,93 Th. Wasser
500 Th. Serum . . . „ „ „ „ „ 486,38 „ „

demnach 496 Th. Blutzellen . . „ „ „ „ „ 455,55 Th. Wasser

Sonach muss die Dichtigkeit der Blutzellen in diesem Blute = 1,0888 sein.

Wir kommen auf das Senkungsvermögen der Blutkörperchen und dessen Ursachen zurück. Untersucht man mikroskopisch solches Blut, in welchem sich die Körperchen besonders schnell senken, so findet man in der Regel, dass die einzelnen Blutscheiben sich mit ihren beiden Seiten an einander lagern und so geldrollenförmige Massen bilden, während in solchem Blute, wo nur eine langsame Trennung eines Theils Serum vom Cruor stattfindet, die Körperchen meist isolirt erscheinen. Schien hiernach die nächste Ursache der schleunigern Senkung das rollenförmige Aufreihen oder Zusammenkleben der Blutkörperchen zu sein, so musste die entferntere in einer grössern Klebrigkeit der betreffenden Theile gesucht werden. *Henle* glaubte jene Eigenschaft vorzugsweise von der Zähigkeit der Intercellularflüssigkeit und die erst hierdurch bedingte Klebrigkeit der Zellen ableiten zu müssen; einer ähnlichen Ansicht zufolge hatten früher schon viele dem Reichthume solchen Bluts an Faserstoff die Ursache des Zusammenklebens der Körperchen beigemessen: allein abgesehen davon, dass nach zahlreichen hierüber angestellten Beobachtungen die Schnelligkeit des Sinkens der Körperchen durchaus nicht in irgend einem Verhältnisse zur Menge des Faserstoffs steht, so zeigt sich die völlige Wirkungslosigkeit des Fibrins in Bezug auf diese Erscheinung durch die Erfahrung, dass im defibrinirten Blute sich die Körperchen ebenso schnell oder ebenso langsam senken, wie im fibrinhaltigen.

Der Faserstoff ist also wenigstens ohne allen Einfluss auf jenes Phänomen. Man war daher geneigt, einem grössern Eiweissgehalte solchen Bluts die Ursache des Zusammenklebens der Körperchen zuzuschreiben. Für diese Hypothese schien zu sprechen, dass Zusatz von Eiweiss oder andern klebrigen Lösungen z. B. von Zucker und Gummi das Senken der Blutkörperchen beschleunigt, und dass das Pferdeblut, welches sich fast vor allem andern Blute durch dieses schnelle Senken seiner Zellen auszeichnet, ein besonders zähes Serum enthält. So viel Wahrscheinliches diese Ansicht für den ersten Blick darbietet, so wenig dürfte sie doch gerechtfertigt sein; das entzündliche Blut, in welchem man am häufigsten ein beschleunigtes Senken der rothen Körperchen beobachtet, ist niemals eiweissreicher, sondern im Gegentheil meist etwas ärmer als normales Blut; Zucker- und Gummilösun-

gen beschleunigen das Sinken der Blutkörperchen, entziehen diesen aber gerade die Eigenschaft zusammenzuhaften; die Körperchen des Pferdeblutes endlich senken sich auch im Serum menschlichen oder andern Thierblutes fast mit derselben Schnelligkeit, wie in ihrem eignen Serum, während die Blutkörperchen andrer Thiere in Pferdeblutserum gebracht keineswegs ein grösseres Senkungsvermögen zeigen. Im Allgemeinen scheint aber auch physkalisch jene Anschauungsweise nicht gerechtfertigt zu sein. Denn beruht die Klebrigkeit einer Flüssigkeit auf der grössern Anziehung, welche ihre Molecüle zu einander zeigen, so muss von der Cohäsion der Flüssigkeitstheile die Adhäsion an die Zellenhüllen überwunden werden; es kann also durch die zähe Flüssigkeit unmittelbar kein Zusammenkleben der Blutzellen bedingt werden; besteht aber die Klebrigkeit der Flüssigkeit darin, dass ihre Molecüle eine grössere Anziehung zu den Zellenhüllen als unter einander zeigen, so muss sich jede Zelle mit einer Sphäre von Flüssigkeit umgeben, durch welche gerade ihre nähere Berührung mit andern Zellen, ihr Aneinandertreten verhindert wird; auch finden wir ja, dass in Emulsionen die suspendirten Molecüle um so weniger zusammentreten, je zäher und klebriger die emulsive Lösung ist. *Nasse* sucht daher die Ursache jenes Zusammenklebens nicht in der Flüssigkeit, sondern in den Körperchen selbst, d. h. in einer klebrigen Beschaffenheit ihrer Hüllen; er beruft sich dabei besonders auf das Verhalten der Kohlensäure. Ein reichlicherer Gehalt des Bluts an Kohlensäure (sei derselbe durch unvollkommnen Gasaustausch in den Lungen bedingt oder künstlich dem Blute erst zugeführt worden) ist allerdings gewöhnlich von einem schnellern Sinken der Blutkörperchen begleitet. Dass aber durch Kohlensäure die Membran der Blutkörperchen oder ihr Inhalt wirklich klebriger werde, ist wenigstens aus dem Gegentheil, dass nämlich Sauerstoff wie Salze den Blutkörperchen eine scharf contourirte, glatte, wiewohl oft gefaltete Oberfläche ertheilen, wohl nicht gerade zu schliessen; denn Zuckerlösung wirkt auf die Form der Körperchen, so weit sie mikroskopisch verfolgt werden kann, vollkommen ebenso wie Salze und bewirkt doch ein schleuniges Sinken der rothen Blutzellen. Ueberdiess ist es wohl auch nicht recht wahrscheinlich, dass gerade Kohlensäure die Blutzellen klebrig mache und zur Rollenform disponire, da wir an frischem Blute sehr leicht beobachten können, dass erst unter dem Mikroskop sich allmählig die Blutzellen rollenförmig aufreihen; in dem zur mikroskopischen Beobachtung verwendeten Tröpfchen dürfte aber bei der gewöhnlichen Ma-

nipulation jeder Ueberschuss von Kohlensäure verschwunden und in jedem Falle mehr Sauerstoff aufgenommen worden sein, als in frischem Blute enthalten war. Es stehen also jeder einzelnen dieser drei Erklärungsweisen des Senkungsvermögens der Blutkörperchen bestimmte Thatsachen entgegen, die bis jetzt keine derselben zu voller Geltung gelangen lassen. Nur soviel scheint ausgemacht, dass neben dem Einflusse, den die Dichtigkeit der Körperchen im Verhältniss zu der des Serums ausübt, die Klebrigkeit derselben ihr Zusammenreihen wesentlich bedingen muss. Uebrigens wird im kreisenden Blute nie ein Aneinanderkleben der rothen Blutzellen beobachtet. Hauptsächlich ausgesprochen findet man das Senkungsvermögen der rothen Körperchen im Blute Entzündungskranker oder überhaupt in solchem Blute, in welchem eine Verminderung der Salze und eine relative Vermehrung des Albumins gefunden wird. Sehr häufig ist ein grosses Senkungsvermögen der Blutzellen von einer wässrigen Blutflüssigkeit begleitet. Die dunkelgefärbten (also wohl hämatin- oder eisenreichern) Blutkörperchen senken sich viel schneller nnd rollen sich bald auf, während die blassen (fettreichern) nur langsam sich senken. Die Blutkörperchen des Pferdes, welche sich schneller als die eines andern Thieres senken, sind verhältnissmässig arm an Fett. Nach wiederholten Aderlässen vermehrt sich die Neigung der Blutzellen, sich zu senken; sie sind dann reicher an Hämatin, wie *C. Schmidt* nachgewiesen hat; sie werden daher relativ schwerer sein und somit sich leichter senken; die Zunahme der Körperchen an Hämatin ist hier sicher nur relativ, d. h. durch das verdünntere Plasma wird den Blutzellen mehr Globulin entzogen, so dass diese reicher an Hämatin und ärmer an Globulin werden. Erwägen wir diese Thatsachen, denen sich weiter unten noch mehrere andre zurechnen lassen werden, so würde man allerdings geneigt sein, der Differenz der Dichtigkeiten der Blutzellen und der Intercellularflüssigkeit einen grössern Einfluss auf das Senkungsvermögen zuzuschreiben, als diess uns anfangs dünkte.

Im speciellen Falle treten oft gleichzeitig mehrere Verhältnisse ein, welche fördernd oder hindernd auf das Sinken der Blutkörperchen einwirken; so senken sich z. B. die farbigen Zellen des Lebervenenblutes vom Pferde sehr wenig, während die des (von demselben Thiere gleichzeitig gesammelten) Pfortaderblutes sehr bedeutendes Senkungsvermögen besitzen; dieser Unterschied kann nach dem Obigen sehr leicht gedeutet werden: die Differenz zwischen der Dichtigkeit der Zellen und des Serums ist im Pfortaderblute viel erheblicher als die im Lebervenenblute; im erstern verhält sich nach meinen Erfahrungen die Dichtigkeit des Serums zu der der Zellen = 1 : 1,062, im letztern

= 1 : 1,053. Das Lebervenenblutserum enthält relativ (zu den andern Bestandtheilen) weit weniger Albumin als das der Pfortader; endlich sind die Körperchen des ersteren Blutes weit ärmer an Hämatin, als die des letztern.

Es ist übrigens nicht unmöglich, dass wenigstens in gewissen Fällen gerade ein umgekehrtes Verhältniss der Causalwirkung statt findet, als man es bisher angenommen hat. Denn es ist recht wohl denkbar, dass das Sinken der Zellen weniger vom Zusammenkleben, als das Zusammenkleben von der Schwere der Körperchen abhängig ist. Die Klebrigkeit der Zellen kann wenigstens durchaus nicht gross sein; denn die geringsten mechanischen Einwirkungen sind ja im Stande, die Röllchen und deren Verzweigungen in einzelne aus nur wenigen Zellen bestehende Stücken zu zertrümmern, was doch bei einigem Grade von Klebrigkeit nicht möglich wäre. Wir stellen uns alsdann den Verfolg der Erscheinungen in folgender Weise vor: durch die Differenz der Schwere der Blutzellen und der Zwischenzellflüssigkeit wird eine verschieden lebhafte Bewegung in den Molecülen des Blutes hervorgebracht, je lebhafter die Bewegung, desto häufiger werden die Zellen einander näher gerückt werden und Gelegenheit zum Zusammenhaften erhalten, ganz in ähnlicher Weise, wie wir sehen, dass ein frischer Niederschlag z. B. von Chlorsilber sich viel leichter zusammenballt, wenn die Flüssigkeit mit dem Niederschlage stark umgerührt wird. Ist durch die auf bezeichnete Weise erregte Bewegung eine Annäherung der Blutkörperchen ermöglicht, so können sie, wie allgemein angenommen, als scheibenförmige Körper sich kaum anders anziehen und an einander kleben, als nach ihren Flächen; dass nachher die Blutflüssigkeit dem Sinken der Rollen weniger Widerstand leistet, als den einzelnen Körperchen, würde aus dem analogen Verhalten des Chlorsilbers hervorgehen, wenn es nicht aus physikalischen Gesetzen an sich schon ersichtlich wäre. Indessen kann nur eine ausgedehntere Vergleichung der Dichtigkeit der Blutzellen mit der des Plasmas und eine Zusammenstellung dieser Resultate mit dem beobachteten Senkungsvermögen einen sichern Entscheid über diese Ansicht geben; bis dahin dürfen wir wenigstens der Dichtigkeit nicht eine zu unbedeutende Rolle bei dem Senkungsvermögen der Blutzellen beimessen.

Nach *Nasse* nimmt in folgender Reihe von Thieren das Senkungsvermögen ab: Pferd, Katze, Hund, Kaninchen, Ziege, Schaaf, Rind, Vögel, Schwein, so dass also beim Pferde die Körperchen sich am schnellsten, beim Schweine (wenigstens zur Winterszeit) am langsamsten senken.

Gleichwie die Dichtigkeit und Form der Blutzellen in bestimmten Beziehungen zu ihrem Senkungsvermögen steht, so findet auch ein gewisses Abhängigkeitsverhältniss der Färbung der Blutkörperchen von ihrer Gestaltung statt.

Es ist bereits früher (im 1. Th.) gezeigt worden, dass der Farbstoff des Blutes nur in den Blutzellen vorkomme, und dass demnach die Färbung des Blutes zunächst von den Blutzellen abhängig sei. Was zuerst die Farbe der einzelnen Blutzellen betrifft, so bemerkt man unter dem Mikroskop bei sorgfältiger Untersuchung immer eine Anzahl blässer und dunkler gefärbter, jedoch ist die Zahl der die Mittelnüance zeigenden bei weitem überwiegend; im Pfortaderblute finden sich immer einzelne, die fleckig erscheinen, so dass das Pigment in ihnen nicht gleichförmig, wie sonst in allen andern Blutkörperchen, vertheilt ist. Diese Verschiedenheit hängt also von dem absoluten Gehalte an Hämatin ab, allein je nachdem sich die Zellen durch Aufnahme oder Abgabe von Wasser aufblähen oder zusammenfallen, muss auch eine blässere oder intensivere Färbung derselben hervortreten. Die Gase, namentlich Sauerstoff, üben wahrscheinlich eine chemische Einwirkung auf das Pigment aus und bedingen somit auch die Färbung der Körperchen. Auf die Färbung des Gesammtblutes ist aber die Eigenfarbe der Zellen wohl nur von untergeordnetem Einflusse, wogegen ihre Zahl so wie ihre Form die Farbennüance des Blutes vorzugsweise bedingen. Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass ein Blut, welches arm an Körperchen ist, heller roth, ein an derselben reiches aber dunkler gefärbt sein muss: allein trotz dem finden wir keineswegs (wie namentlich *Popp* durch seine schönen Untersuchungen nachgewiesen), dass jedes zellenarme Blut blass und jedes zellenreiche dunkel gefärbt ist. Es müssen daher noch andre Momente existiren, welche einen wesentlichen, ja bedeutendern Einfluss auf die Farbe des Gesammtbluts äussern, als die Eigenfarbe und Zahl der Zellen. Dem Scharfsinn eines *Henle* verdanken wir die erste Andeutung über die Abhängigkeit der Farbe des Gesammtblutes von der Form der farbigen Zellen. Bis dahin hatte man sich begnügt, alles, was auf die Färbung des Blutes Bezug hatte, dem Chemismus aufzubürden, der aber erwähnter Massen keinen nähern Aufschluss geben konnte. Die auffälligen Veränderungen, die in der Blutfarbe durch chemisch sehr indifferente Substanzen z. B. Zucker, neutrale Alkalisalze hervorgebracht werden, mussten der Ansicht *Henle's* bald Anhänger verschaffen, unter denen wir einen der ersten Haematologen, *H. Nasse*

nennen. Verdünnen wir Blut mit Wasser, so wird die Blutfarbe dunkelroth; war das Blut schon vorher sehr dunkel gefärbt, so wird es durch Zusatz von Wasser noch dunkler; untersuchen wir in solchen Fällen die Blutkörperchen unter dem Mikroskop, so finden wir sie aufgebläht und ihre Scheibenform mehr in eine sphärische übergegangen; das Blut muss aber im Ganzen dunkler erscheinen, da jedes einzelne Körperchen sich in einen sphärischen Spiegel verwandelt hat, von welchem die rothen Farbstrahlen zerstreut reflectirt werden. Das Gegentheil beobachten wir, wenn wir neutrale Salze, Zuckerwasser und dergl. dem Blute zusetzen, kurz solche Substanzen, welche die Intercellularflüssigkeit relativ dichter machen; es wird ein Diffusionsstrom von den Zellen aus nach der Intercellularflüssigkeit entstehen, in Folge dessen die Zellen selbst collabiren müssen. Das Zusammenfallen der Körperchen durch Exosmose geschieht aber so, wie das Mikroskop lehrt, dass die centrale Depression derselben bedeutender wird und die einzelnen Zellen concaven Spiegeln gleichen. Von dem Reflexe der rothen Strahlen glaubt man die lichtere Farbe solchen Blutes ableiten zu müssen.

Scherer[1]), der den genannten Einfluss der Form der Zellen auf die Farbe des Blutes besonders genau studirt hat, wiess aber noch auf einige andre physikalische Momente hin, die einen Einfluss auf die Färbung des Blutes ausüben. Schon mit der Veränderung der Form der Zellen muss eine Verdickung oder Verdünnung der Hüllenmembran verbunden sein. Es versteht sich dann von selbst, dass, wenn durch Expansion der Blutbläschen die Hülle dünner wird, der Farbstoff mehr in seiner natürlichen d. h. dunkelrothen Farbe durchscheinen muss und demnach dem Gesammtblute eine dunklere Färbung ertheilen wird, während bei Verkleinerung der Körperchen die Hülle sich verdickt oder faltet, und somit die eigenthümliche Farbe des Hämatins weniger vollkommen durchtreten lässt. Einer ähnlichen Vorstellung zufolge glaubt *Mulder*, dass das arterielle Blut deshalb heller roth erscheine, weil dessen Blutkörperchen von einer dichtern Lage Proteïndeutoxyd umgeben seien, während das venöse dunkelroth sei, weil dessen Zellen eine dünnere Hüllenmembran besässen. *Mulder* glaubt daher auch mit *von Baumhauer*, dass Alkalien und verdünnte Mineralsäuren das Blut deshalb so dunkel färben, weil sie die an Proteïndeutoxyd reiche Hülle aufquellen und darum durchscheinender

1) *Scherer*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. I. S. 288.

machten; das Pfortaderblut sei deshalb seines Alkalireichthums (?) halber so dunkel gefärbt.

Trotz der dankenswerthen Untersuchungen, welche über diesen Gegenstand angestellt worden sind und den ausgesprochenen Ansichten viel thatsächliche Stützen gewährt haben, scheint das Studium der Farbveränderungen des Blutes als Folgen von Gestaltveränderungen der Zellen doch noch einer durchgreifendern Untersuchung zu bedürfen. Einen vielversprechenden Anfang hat in dieser Hinsicht bereits *Harless* gemacht. Derselbe hat zwar nur den Einfluss der Gase und zwar zunächst blos auf die grossen, elliptischen, biconvexen Blutzellen der Frösche erforscht, allein schon hierdurch neben mehreren Bestätigungen früherer Behauptungen einige unerwartete Aufschlüsse über die betreffenden Verhältnisse gegeben. So hatte man z. B. früher dem Sauerstoff lediglich eine chemische Rolle bei seiner Einwirkung auf die Blutfarbe zugeschrieben, obgleich es bekannt war, dass er auf mechanischem Wege d. h. durch Diffusion in andere Gase oder durch die Luftpumpe wieder aus dem Blute entfernt werden kann: allein *Nasse*, *Scherer* und *Harless* haben thatsächliche Beweise für die Vermuthung von *Henle* geliefert, dass auch der Sauerstoff und die Kohlensäure Formveränderungen der Blutkörperchen hervorrufen, durch welche die hellere oder dunklere Röthung des Gesammtblutes bedingt wird.

Obgleich *Joh. Müller* vom Sauerstoff und der Kohlensäure keine sichtbare Einwirkung auf die Form der Blutkörperchen erwartete, so behauptete doch *H. Nasse* in Folge oft wiederholter Beobachtungen gefunden zu haben, dass durch Kohlensäure die scheibenförmigen Körperchen der Säugethiere sich in der Mitte mehr trüben, der äussere Rand breiter werde und somit das ganze Bläschen anschwelle, während nach Einwirkung von Sauerstoff die centrale Depression der Zellen so wie auch die Contouren deutlicher würden. Hiermit stimmen die von *Harless* an den Blutkörperchen der Frösche gemachten Beobachtungen sehr gut überein; nach Einwirkung von Sauerstoff auf Froschblut fand er den Längsdurchmesser der Körperchen = 0,011‴, den Querdurchmesser = 0,009‴, ihre Form stark elliptisch, Contouren dunkel, die Hüllenmembran sehr fein granulirt, den Kern länglichrund, nicht recht deutlich, den Inhalt blassgelblich, dagegen nach Anwendung von Kohlensäure den Längsdurchmesser auf 0,014‴, den Querdurchmesser auf 0,097‴ vergrössert, die Form fast sphärisch, Hülle glashell, den Kern deutlich, scharf contourirt, Inhalt mehr roth.

Die gleichzeitige Einwirkung der neutralen Alkalisalze und mehrerer anderer chemisch indifferenter Körper auf die Form der Körperchen und die Färbung des Blutes ist zwar von verschiedenen Seiten bereits sorgfältig untersucht worden, allein trotzdem fehlt es noch an einer systematisch durchgeführten Untersuchung, die mit Berücksich-

tigung des Concentrationsgrades der Lösungen, der Temperatur und anderer äusserer Bedingungen bestimmte Verhältnisse zwischen Form der Blutzellen und Färbung des Gesammtblutes herausgestellt hätte. Denn die Formveränderungen der Blutkörperchen beschränken sich nicht blos den Diffusionsvorgängen nach auf ein einfaches kugliches Aufblähen oder eine Abplattung und stärkere centrale Depression, sondern wir finden namentlich im Blute, welches von Kranken herrührt, sehr oft plattgedrückte, gekerbte, zackige und granulirte oder ganz verzerrte gelbe Blutkörperchen, und sehen solche auch nach künstlichem Zusatz verschieden concentrirter Lösungen chemisch indifferenter Körper entstehen. Den Einfluss der Form solcher gekerbter, sternförmiger oder auch münzpaketförmig zusammengerollter Blutkörperchen auf die Färbung des Blutes hat man noch nicht in einen idealen Zusammenhang gebracht; ja man hat die neben solchen Formen gleichzeitig bestehende Färbung objectiv nicht gehörig beobachtet. Es steht eigentlich nur soviel fest: alle Stoffe, welche die Hüllenmembran der Blutkörperchen sprengen, auflösen oder überhaupt zerstören, so dass deren Inhalt sich der Intercellularflüssigkeit beimengt, färben das Blut intensiv dunkelbraunroth, ja fast schwarz; alle diejenigen dagegen, welche ein Zusammenschrumpfen der Zellen, eine Faltung oder Verdickung der Hüllenmembran hervorbringen, ertheilen dem Blute eine lichter rothe, in den ersten Momenten ihrer Einwirkung fast zinnoberrothe Farbe.

Henle behauptet wohl mit Recht, dass man im frischen Blute, selbst bei keiner Krankheit, andre als die gewöhnlichen Formen der normalen Blutkörperchen auffinde, sondern dass nur die Körperchen eines Blutes leichter die zackige Form annähmen, als die eines andern. Diese Gestaltveränderung ist also wohl nur Folge von Einflüssen, die auf das der Untersuchung unterworfene Blut einwirken; zu dieser Gestaltveränderung liegt aber in verschiedenem Blute eine verschiedene Prädisposition, gerade so wie der Harn verschiedener acuter Krankheiten auch bald früher bald später säuert und Harnsäurekrystalle ausscheidet. Wir wissen über das Zackig- oder Gekerbtwerden der Blutkörperchen nur so viel, dass Chlornatrium oft bei normalem Blute eine ähnliche Gestaltveränderung hervorbringt, dass grössere Concentration der Intercellularflüssigkeit der Bildung solcher Formen behülflich ist; so zeigt ein Tropfen Blut, wenn er einige Zeit auf dem Objectträger weilte, nach theilweiser Wasserverdunstung solche gekerbte Körperchen; dergleichen findet man gewöhnlich auch in den salzreichen Sputis Katarrhalischer oder Phthisischer, wenn sie bluthaltig sind.

In dem *Pfortaderblute* eben getödteter Thiere findet man (nach *Schmid*) nicht selten solche verzerrte und gekerbte Körper, während diese im Lebervenenblute nicht vorkommen; möglicher Weise könnte diese Verschiedenheit von dem verschiedenen Kochsalzgehalte des Serums beider Blutarten herrühren;

denn das Serum des Pfortaderblutes ist, wenn auch durchschnittlich weniger dicht, doch reicher an Chlornatrium als das andrer Venen.

Was die einzelnen Stoffe betrifft, welche auf die Form der Zellen und Farbe des Blutes gleichzeitig einwirken, so führen wir hier nur kurz die aus eigner Anschauung gewonnenen Resultate über jene Wirkungen an, da die Angaben der Autoren in vielen Punkten (aus leicht begreiflichen Gründen) so sehr differiren.

Am ersichtlichsten ist das Aufblähen der Körperchen und das gleichzeitige Dunkelwerden des Blutes auf Anwendung verschiedener Portionen Wasser. Je nach der Menge des zugesetzten Wassers schwellen die linsenförmigen Blutkörperchen an, jedoch in einem Durchmesser mehr als in dem andern; die Concavität derselben schwindet, an deren Stelle tritt eine Convexität, so dass sie endlich in sphärische Bläschen verwandelt werden. Diese erscheinen dem Auge oft kleiner, als die frühern Scheiben, weil ihr Querdurchmesser sich fast allein vergrössert, der Längsdurchmesser aber, namentlich bei Anwendung geringerer Mengen Wasser, verjüngt. Die Körperchen gleichen dann fast den Fettbläschen, nur sind sie weniger glänzend und weniger scharf contourirt, wie matt angehaucht. Durch reichliche Wasseraufsaugung nähert sich der Brechungscoëfficient der Körperchen so sehr dem der Intercellularflüssigkeit, dass sie durch das Mikroskop nicht mehr unterschieden werden können. Durch Zusatz von Salzen zu dieser Flüssigkeit können die Blutkörperchen in ihrer frühern Form wieder sichtbar gemacht werden; meistens aber erscheinen sie dann verzerrt, zackig oder sternförmig. Hat man das Blut mit sehr viel Wasser versetzt, so ist die Hüllenmembran gänzlich gesprengt worden und demnach können durch mehrmaligen Salzzusatz die Körperchen nicht wieder in ihrer Integrität hergestellt werden; es werden dann durchscheinende, granulirte Conglomerate ausgeschieden, die man durch wässrige Jodlösung sichtbarer zu machen pflegt, da sie dadurch braun gefärbt werden. Auch noch unzerstörte Blutkörperchen kann man in gewässertem Blute wieder sichtbar machen, indem durch die Jodlösung die Hüllenmembran contrahirt und gelb gefärbt wird. Je mehr man geschlagenem Blute Wasser zusetzt, desto *dunkler* wird es im auffallenden Lichte, zugleich aber wird es *durchscheinend*, Salzzusatz trübt die Flüssigkeit und macht sie heller roth, aber wieder undurchsichtig, was physikalisch hier erst noch zu erklären wohl überflüssig ist.

Die folgenden Versuche betreffen blos Kalbsblut; die Salzlösungen sind meist im Zustande der Sättigung bei + 15° C. angewendet.

Was zunächst das Verhalten des Aethers betrifft, so bemerkt *Nasse*, dass die Blutzellen dadurch kleiner und blässer werden, und glaubt, dass ein grosser Theil des Pigments aus ihnen dadurch extrahirt werde. Die nackten Beobachtungsresultate meiner Versuche sind in dieser Hinsicht folgende:

Wurden 100 Vol. Blut mit 4,8 Vol. Aether geschüttelt, so war kein deutliches Dunkelwerden des Blutes wahrzunehmen; der Aether trennte sich nicht wieder vom Blute; die Blutkörperchen waren wohl erhalten; nach 18 St. hatten sich die Blutkörperchen etwas gesenkt, das Serum war nicht gelblicher gefärbt, als andres Kalbsblutserum; viele Körperchen sphärisch, einige verzerrt und minder scharf contourirt.

Durch Schütteln von 100 Vol. Blut mit 8,1 Vol. Aether wurde das Blut sichtlich dunkler; Aether schied sich auch hier nicht ab; schon waren die meisten farbigen Zellen wie verschwunden; die noch erkennbaren waren aber scharf contourirt, sphärisch, auf der Oberfläche matt angehaucht, die farblosen Zellen traten sehr deutlich hervor.

100 Vol. Blut mit 12,4 bis 24,6 Vol. Aether geschüttelt gaben eine dunkelbraunrothe, durchscheinende Flüssigkeit; auch hier trat kein Aether auf die Oberfläche, dagegen schied sich ein lichteres, gelbliches Sediment ab, welches unter dem Mikroskop sich als gerinnselartige Materie (Fetzen der Hüllenmembranen) zeigte; farbige Blutkörperchen wurden nur sehr vereinzelt, blass und aufgebläht gefunden, so dass sie Fettbläschen glichen; die farblosen Zellen so deutlich, als ob das Blut mit Wasser behandelt worden wäre.

Werden gleiche Volumina Blut und Aether gemischt, so wird die Flüssigkeit sehr dunkel, aber höchst durchscheinend; hier trennt sich beim ruhigen Stehen ein grosser Theil des Aethers wieder vom Blute; auch hier setzen sich gelbliche Flocken ab; unter dem Mikroskope erscheinen die farblosen Zellen sehr deutlich, von wohlerhaltenen farbigen dagegen keine Spur; übrigens sah man viel grosse weisse Aetherblasen in gelblicher Flüssigkeit; der nach 18 St. auf der wässrigen Flüssigkeit gesammelte Aether war farblos, trotz oft wiederholtem Schütteln; es scheint mir also nicht, als ob viel hämatinhaltiges Fett durch Aether aus den Blutzellen extrahirt werden könnte.

Salze, wie schwefelsaures Natron und Kali, salpetersaures und chlorsaures Kali und ähnliche wirken einander ziemlich gleich, wir beschränken uns daher nur auf Mittheilung des Verhaltens der nächstfolgenden, die als Repräsentanten der neutralen Salze fixer Alkalien in dieser Hinsicht betrachtet werden können.

1 Vol. Blut mit 0,8 Vol. einer (bei 15° gesättigten) Lösung von salpetersaurem Natron gemischt, gab eine hellzinnoberrothe undurchsichtige Flüssigkeit, Blutkörperchen stark contrahirt, namentlich im Centrum, so dass sie backschüssel-biscuit- oder trommelschlägelförmig erschienen. Nach 24 St. (bei 12° C.) hatten sich die Körperchen um $\frac{1}{22}$ des Volumens der Flüssigkeit gesenkt; das Serum war vom Cruor nicht scharf abgegrenzt, und dabei immer noch etwas röthlich gefärbt; die Farbe des Gesammtbluts war wieder etwas dunkler geworden, so dass sie der des ungemischten Blutes glich; die Blutkörperchen von sehr verschiedener Grösse und Form, sphärisch, eckig, länglich, zackig.

100 Vol. Blut, gemischt mit 64,7 Vol. einer Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron, wird hellzinnoberroth, schon nach 45 Minuten tritt Senkung der Körperchen ein; diese sind stark contrahirt, biscuitförmig; nach 23 St. haben sich die farbigen Zellen um $\frac{1}{16}$ des Vol. der Flüssigkeit gesenkt; das Serum vollkommen farblos, Cruor hellscharlachroth; Blutkörperchen auch jetzt noch stark contrahirt.

1 Vol. Blut, mit dem halben Vol. einer Lösung von einfach-kohlensaurem Natron gemischt, wird sehr hell zinnoberroth; nach 40 Minuten bereits deutliche Senkung der Blutkörperchen; letztre bedeutend contrahirt; nach 24 St. Senkung um $\frac{1}{15}$ des Vol. der Flüssigkeit; Farbe des Bluts sehr dunkel,

Serum röthlich, unmerklich in den Cruor übergehend, sehr zäh und klebrig; Blutkörperchen sphärisch, blass, matt angehaucht.

1 Vol. Blut mit 0,7 Vol. einer Lösung von doppeltkohlensaurem Natron gemischt, wird sehr hellzinnoberroth gefärbt, Blutkörperchen sehr stark contrahirt, nach 35 Minuten bereits Senkung derselben, nach 24 St. Farbe noch so hellroth wie früher, Blutkörperchen ebenso, Senkung um $^1/_{10}$ Volumen, Serum klar und farblos.

1 Vol. Blut mit 0,8 Vol. einer Lösung von Kaliumeisencyanür gemengt verhält sich ganz wie das vorige Gemisch; die Senkung der Körperchen beginnt aber erst nach 50 Minuten; nach 18 St. um $^1/_{18}$ Vol. Serum klar und farblos.

1 Vol. Blut wird durch 0,7 Vol. Boraxlösung sehr hellroth; Blutkörperchen fast wie beim vorigen Salze contrahirt; Senkung nach 24 St. um $^1/_{15}$ des Vol. der Flüssigkeit; Serum klar, aber röthlich.

Blut, mit dem halben Vol. Jodkaliumlösung versetzt, wird hellzinnoberroth, dessen Körperchen stark contrahirt, biscuitförmig; Senkung derselben beginnt nach 1 St.; nach 18 St. ist die Senkung etwa um $^1/_{25}$ des Vol. der Flüssigkeit, das Serum ist röthlich, trüb und recht scharf vom Cruor abgegrenzt; die ganze Flüssigkeit noch etwas dunkler roth, als frisches, unvermischtes Blut, übrigens gallertartig, fadenziehend; die Blutkörperchen haben ihre Scheibenform verloren, sind sphärisch, aber bei weitem kleiner, einige sehr verzerrt, zackig.

100 Vol. Blut werden durch 44 Vol. einer Lösung von Schwefelcyankalium hellzinnoberroth gefärbt; Blutkörperchen dieser Färbung entsprechend contrahirt; Senkung tritt schon nach 34′ ein; nach 24^h ist die Flüssigkeit schwarzbraun, Senkung war nur $^1/_{10}$ des Volumens, dabei aber das Serum roth gefärbt, durchscheinend; der Cruor bildete eine dunkelschwarzbraune, durchscheinende, klare, vollkommen dünnflüssige Masse, in welcher unter dem Mikroskop keine morphologischen Elemente zu erkennen waren.

1 Vol. Blut wird durch 0,6 Vol. einer Lösung von Chlorcalcium (1 Th. Salz auf 12 Th. Wasser) hellroth, jedoch nicht so licht, wie bei den meisten Alkalisalzen; nach 1^h Anfang der Senkung, Blutkörperchen contrahirt, nach 18 St. ist keine Spur von Senkung zu bemerken, Blutkörperchen im Längsdurchmesser vergrössert, im Dickedurchmesser sehr verjüngt, so dass sie mehr lamellenartig als scheibenförmig erscheinen, dabei sehr verzerrt, und theilweise gezahnt.

1 Vol. Blut, mit dem halben Volumen einer Lösung schwefelsaurer Talkerde gemischt, wird sehr hellzinnoberroth, und bleibt auch so noch nach 18 St.; die Flüssigkeit ist alsdann sehr fadenziehend geworden, Senkung sehr gering; Blutkörperchen biscuit- und backschüsselförmig, Längsdurchmesser vergrössert, Scheibenform etwas verzerrt, oft an den Rändern ein wenig eingekerbt.

1 Vol. Blut wird durch $^2/_3$ Vol Salmiaklösung anfangs zinnoberroth, erscheint aber nach 24 St. bei weitem dunkler als z. B. das mit schwefelsaurem Natron versetzte Blut, jedoch kaum dunkler als unvermischtes Blut, nach 1^h 5′ Anfang der Senkung, nach 10 St. aber keine eigentliche Serumabscheidung,

das Gemisch ist nach der Oberfläche hin nur etwas durchscheinend, aber roth; übrigens sehr fadenziehend. Blutkörperchen sphärisch, im Durchmesser kleiner, als die Scheiben der ursprünglichen Körperchen.

1 Vol. Blut, gemischt mit dem halben Vol. einer Lösung von Rohrzucker (1 Zucker auf 22 Th. Wasser) wird etwas heller roth, Blutkörperchen mässig contrahirt, nach 1¼ St. Anfang der Senkung, nach 18 St. Senkung um 1/16 Vol., Serum vollkommen klar und farblos; Cruor etwas heller als der gewöhnlichen Bluts, Blutkörperchen immer noch mässig contrahirt.

1 Vol. Blut wird durch 0,7 Vol. einer Lösung von Gummi arabicum (1 Th. in 20 Th. Wasser) sehr dunkel, Blutkörperchen aufgebläht, fast sphärisch; nach ¾ St. Beginn der Senkung, nach 18 St. Senkung um 1/40 des Volumens; Farbe des Gesammtblutes schwarzroth, Flüssigkeit sehr zäh.

100 Vol. Blut, mit einer wässrigen Lösung von arseniger Säure gemengt, werden ein wenig heller roth, Blutkörperchen unverändert, nach 24 St. Senkung um 1/10 des Vol. der Flüssigkeit, das Serum ist aber roth, Blutkörperchen sphärisch, ohne Centralschatten; mehrere auf dem Rande liegende nierenförmig; der Dickdurchmesser constant vergrössert.

1 Vol. Blut, mit dem halben Vol. höchst verdünnter Salzsäure (1 Th. H Cl auf 532 Th. Aq.) gemischt, wird sehr dunkel; die Blutkörperchen zeigen sich wenig verändert, viele sogar backschüsselförmig, die auf dem Rande liegenden stäbchenförmig; Dickdurchmesser immer etwas vergrössert.

1 Vol. Blut, mit 0,001 Vol. Aetzammoniak gemischt, verändert kaum die Farbe, Blutkörperchen nicht sichtlich verändert; nach 24 St. Senkung um 1/100 Vol.; Serum aber roth, Blutkörperchen ein wenig aufgebläht.

Aetzende Alkalien und mehrere organische Säuren, wie Essigsäure, verwandeln das Blut in eine schwarzbraune, dichte, ziemlich consistente Gallert, Blutkörperchen aufgebläht und verzerrt oder zerstört.

Nach den Beobachtungen von *Harless* haben wir die erste Wirkung des Sauerstoffs und der Kohlensäure auf die farbigen Blutzellen ebenfalls als eine mechanische erkannt; allein derselbe Autor hat durch seine vielfach modificirten Forschungen nachgewiesen, dass diese Gase auch eine chemische Wirkung auf jene Molecüle des Bluts ausüben; so fand er z. B., dass, wenn man Sauerstoff und Kohlensäure abwechselnd auf die rothen Zellen einwirken lässt, diese allmälig (nach dem neunten bis zehnten Wechsel der Gase vollständig) zerstört werden, eine Erfahrung, die, wie leicht ersichtlich, von der höchsten Wichtigkeit für das Verhalten der farbigen Zellen im kreisenden Blute ist. Man würde also jedenfalls zu weit gegangen sein, hätte man aus den oben angeführten Gründen den Einfluss des Sauerstoffs oder der Gase überhaupt auf die Blutfarbe nur der durch diese bewirkten Formveränderung der Blutkörperchen zuschreiben wollen. Die erste Einwirkung des Sauerstoffs mag immerhin physikalisch sein, gerade so wie die der Salze; allein auch diese wirken nur anfangs mechanisch ein; sie fär-

ben fast sämmtlich, wie wir gesehen haben, in den ersten Momenten ihrer Wirkung das Blut hellroth; nach verschieden langer oder kurzer Zeit machen sie das Blut mehr oder weniger dunkelroth.

Gerade in dem mehr oder weniger schnellen Vorübergehen der ersten, d. h. mechanischen Wirkung der Salze, ist wohl der Grund zu suchen, weshalb man vielen derselben nur eine chemische Einwirkung zuschrieb, indem man sie nur fähig glaubte, das Blut dunkler zu färben; z. B. die kohlensauren Alkalien (*Mulder* und *Nasse*), die Ammoniaksalze (*Dumas*), die Kalisalze und namentlich den Salpeter (*Hünefeld*).

Nasse hat bereits in Folge mehrerer sorgfältig ausgeführter Versuchsreihen nachgewiesen, dass man aus der Einwirkung solcher Substanzen auf frisches Blut ausserhalb des Organismus auf deren Wirkung im kreisenden Blute des lebenden Körpers zu schliessen, keineswegs berechtigt ist. Derselbe gab Hunden und Ziegen längere Zeit soda- oder salpeterhaltiges Futter, beobachtete aber entweder keine Einwirkung auf die Gerinnung des Bluts oder eine der erwarteten gerade entgegengesetzte. Aehnliche Erfahrungen machte ich bei Injectionen von Salpeterlösungen oder Lösungen von doppeltkohlensaurem Kali; eine Lösung von 30 grm. Salpeter in 200 grm. Wasser von ungefähr 38° wurde einem etwas abgetriebenen Pferde in die Jugularis sehr langsam injicirt; das Pferd erlitt dabei nur geringen Blutverlust. Eine Viertelstunde nach vollendeter Injection ward eine Venäsection gemacht; das Blut war etwas dunkler als das vor der Injection entleerte und gerann schneller, bildete aber einen weniger dichten Blutkuchen und eine geringere Kruste. Einem andern noch ziemlich kräftigen, alten Pferde wurden in ähnlicher Weise 30 grm. in 180 grm. lauem Wasser gelöstes doppeltkohlensaures Kali in die Jugularis injicirt; 17 Minuten nach vollendeter Injection wurde aus der Jugularis der andern Seite eine Quantität Blut entnommen; dieses Blut war bei weitem dunkler gefärbt, als das vor der Injection untersuchte; die Blutkörperchen senkten sich weit langsamer, die Kruste war weniger dick und der Cruor leicht zerreiblich. In dem letztern Falle ist die Umwandlung des Blutes aus der Zersetzung des doppeltkohlensauren Kalis sehr wohl zu erklären; im kreisenden Blute sind alle Bedingungen vorhanden, welche eine Zersetzung jenes Salzes in Kohlensäure und einfachkohlensaures Kali bedingen, namentlich höhere Temperatur und Einwirkung freier Gase; das Blut hat daher den Charakter eines kohlensäurereichen Blutes angenommen; die dunkle Färbung des Bluts ist hier der Anhäufung von Kohlensäure im Blute entsprechend; das neutrale kohlensaure Alkali, so schnell es auch durch die Nieren ausgeschieden wird, hatte aber hier doch die Senkung der Blutkörperchen verlangsamt. Die Wirkung der freien Kohlensäure zeigte sich auch in dem rauschähnlichen, muntern Zustande, in welchem sich das Thier noch eine Stunde nach der Injection befand. Dieser Zustand war dem ganz ähnlich, den ich wiederholt an Pferden beobachtete, als ich ein Gemisch von 10% Kohlensäure und 90% atmosphärische Luft, 3 bis 8 Minuten lang, hatte athmen lassen; der Puls mehrte sich in der Minute von 36 und 40 Schlägen auf 50 bis 54; die Augen des Thiers wurden glänzend, der Blick war frei, die Haltung gut, Knurren im Bauche, Blähungen, Speichelfluss.

Dass sich das *doppeltkohlensaure Kali* im Blute lebender Thiere in Kohlen-

säure und in einfach oder anderthalbkohlensaures Kali zersetze, geht auch aus den Erfahrungen hervor, die ich an Fröschen machte. Dieselben wurden in verschieden gesättigte Lösungen von doppeltkohlensaurem Kali oder Natron gebracht, dabei aber so fixirt, dass sie frei zu athmen vermochten und die Schleimhaut des einen Fusses gleichzeitig unter dem Mikroskop beobachtet werden konnte. Schon 3 Minuten nach Beginn des Versuches fingen die Blutkörperchen an, in den kleinern Capillaren der Schleimhaut zu stocken, in den grössern war eine auffällige Verminderung der Schnelligkeit des Blutlaufs noch nicht wahrzunehmen; nach 10 bis 15 Minuten gab sich jedoch auch hier eine Störung durch zeitweilige Stockung und Verlangsamung zu erkennen; noch später trat in diesen grössern Gefässen eine Oscillation ein, so dass nicht entschieden werden konnte, wohin eigentlich die Strömung gehen sollte. So weit es möglich war, wurden die Blutkörperchen dieses Frosches verglichen mit denen eines andern (nicht mit solchem Salze behandelten), dessen Schwimmhaut gleichzeitig unter ein andres Mikroskop bei ziemlich gleicher Vergrösserung gebracht worden war. Kerne, die man bekanntlich an den Blutzellen kreisenden Froschbluts überhaupt nicht wahrnimmt, waren auch hier nicht zu erkennen; allein obgleich genaue Messungen der Blutzellen innerhalb der Schleimhaut nicht ausgeführt werden konnten, so zeigte doch (nachdem in den feinern Capillaren der Schwimmhaut des in jenem Salze befindlichen Frosches bereits Stasis eingetreten war) ein Vergleich der Blutzellen beider Arten kreisenden Bluts, dass dasjenige, in welchem doppeltkohlensaures Alkali diffundirt war, aufgequollene, in ihrem Längsdurchmesser verkürzte, im Querdurchmesser erweiterte Blutzellen führte. Noch viel deutlicher traten dieselben Erscheinungen und Dimensionsveränderungen der Blutkörperchen hervor in Fröschen, die in einer *kohlensäurereichen Atmosphäre* allmälig erstickt wurden.

In beiden Fällen war das Blut der grössern Gefässe und des Herzens nicht braunroth, sondern bläulichroth, kirschroth bis fast völlig violett; die Blutkörperchen ohne deutlichen Kern zeigten eine von der Einstellung des Mikroskops unabhängige, centrale und peripherische Trübung; einzelne ihrer Durchmesser noch an Volumen vergrössert. Durch Zusatz von doppeltkohlensaurem Kali zum Blute der mit Kohlensäure oder dem doppeltkohlensauren Salze behandelten Frösche vertauschte dasselbe seine blaurothe Farbe mit einer hellzinnoberrothen; die Blutzellen waren aber so contrahirt, dass sie unter dem Mikroskop zerknitterten elliptischen Blättchen oder gefalteten und betüpfelten Läppchen gleichen; ihr Querdurchmesser war so verjüngt, dass er kaum messbar war; die Kerne traten deutlich hervor, aber nicht in der gewöhnlichen Form, sondern als dunkle granulirte Häufchen, welche den Knochenkörperchen entfernt ähnelten. In beiden Fällen trennte sich das Serum sehr gut vom Blutkuchen; beide Blutarten machten geröthetes Lackmus wieder blau, allein nur das der mit dem Salze behandelten Frösche wirkte auf Curcumäpapier. Das Herz der getödteten oder betäubten Thiere zeigte die auffallende Erscheinung, dass es beim Kneipen mit der Pincette in Starrkrampf verfiel und durch die Blutentleerung ganz weiss wurde. Die Lungen waren bei den Fröschen, die Kohlensäure geathmet hatten, ausserordentlich ausgedehnt, blutleer und fast farblos, bei den mit dem Salze behandelten collabirt und kirschblauroth. In der gesättigten Lösung

von doppeltkohlensauren Alkalien verendeten die Frösche schon nach 5 Minuten; in einer mässig verdünnten blieben sie oft 1½ St. am Leben.

Wurden Frösche in ganz ähnlicher Weise mit Lösungen *einfach kohlensaurer Alkalien* behandelt, so waren auch hier sehr bald Stockungen des Blutstromes in den Capillaren zu bemerken; allein in den Dimensionsverhältnissen der Blutzellen konnte durchaus keine Veränderung (keine Vermehrung, aber auch keine Verminderung des Volumens) selbst bei einigen noch ermöglichten vergleichenden Messungen wahrgenommen werden; die Capillaren füllten sich aber stark mit Blutkörperchen; wie bei den Entzündungserscheinungen schien sich die Intercellularflüssigkeit zu vermindern und dadurch Stasis herbeigeführt zu werden; Kerne waren auch hier nicht zu erkennen. Das Blut der grossen Gefässe hatte nicht den geringsten Stich ins Violette, sondern war rein braunroth; die Blutkörperchen desselben waren aber collabirt, gefaltet, stark granulirt und zeigten einen matt granulirten Kern; auf Zusatz von einfachkohlensaurem Alkali wurden sie noch mehr contrahirt, die Kerne traten deutlicher hervor als Häufchen scharf hervortretender Körnchen, die ganze Zelle lappig gefaltet, am Rande ziemlich regelmässig punktirt; an der Luft färbte sich der dunkelrothbraune Kuchen hellroth. Lungen mässig collabirt, braunroth, das Herz wurde durch Berühren nicht in Starrkrampf versetzt, sondern zu lebhaftern Contractionen disponirt.

An mit *Aether* narkotisirten und in gleicher Weise beobachteten Fröschen waren einige auffallende von den bisher erwähnten sehr verschiedene Erscheinungen zu bemerken; so wurden hier während der allmäligen Einwirkung des Aethers zwar auch Stockungen im Blutlaufe der Schwimmhaut bemerkt, allein anstatt einer Anhäufung von Blut in den kleinern Capillaren entleerten sich viele derselben vollkommen von gefärbten Zellen, so dass in einzelnen nur noch hie und da farblose Blutkörperchen zu erkennen waren; aus den grössern Gefässen trat in das scheinbar offen stehende leere kein Blutkörperchen mehr über; es war sichtlich der Durchmesser der kleinern Capillaren so verjüngt, dass keine rothe Blutzelle mehr eindringen konnte; an der deutlich sichtbaren Einmündungsstelle strömten die rothen Zellen vorüber; an den Blutkörperchen selbst war keine Veränderung wahrzunehmen. Das Blut der grösseren Gefässe war dunkelroth mit einem Stich ins Violette; Blutkörperchen desselben in den ersten Momenten normal und ohne Kern, wurden an der Luft bald verzerrt und undeutlich. Die Lungen mehrmals (aber nicht immer) mit Luft erfüllt und sehr expandirt. Bemerkenswerth ist vielleicht, dass nach der Aetherisirung die Muskeln immer im höchst schlaffen Zustande gefunden wurden, während nach Anwendung von Kohlensäure oder kohlensauren Alkalien constant tonische Krämpfe und die Muskeln nach dem Tode in ausgeprägtem Starrkrampf gefunden wurden; ist diese Erscheinung als die Folge der Reizung oder Lähmung der Spinalnerven anzusehen, so würden wir in den vasomotorischen Nerven der Schwimmhaut bei Rigor der Muskeln Lähmung derselben und bei Paralyse der Spinalnerven Reizung der vasomotorischen Nerven beobachtet haben.

Wir würden kaum an diesem Orte das Verhalten der genannten Substanzen im Blute lebender Thiere so ausführlich geschildert haben, wenn wir diese Versuche nicht zugleich als Warnungsmittel hätten benutzen wollen gegen die übereilten Schlussfolgerungen, die man aus dem Verhalten einzelner chemischer Stoffe gegen Blutkörperchen und andre Blut-

elemente gezogen hat, um pathologische und pharmakologische Processe zu erklären. Hätte man in der neuern sg. rationellen Pharmakologie sich vor so grob chemischen Anschauungen gehütet, man würde viele Irrthümer vermieden und sich frei von physiologisch lächerlichen Fictionen bewahrt haben.

Dass viele von jenen Substanzen, welche die Form der Blutkörperchen verändern, gleichzeitig auf die Hüllen derselben chemisch einwirken, ist aus dem Obigen klar, allein ob sich diese und zwar namentlich die Gase auch auf den Inhalt der Blutzellen und zwar vorzugsweise auf das Pigment mit erstrecken, ist eine noch keineswegs entschieden beantwortete Frage. Nach den Eigenschaften des im 1. Th. beschriebenen Hämatins zu urtheilen, dürfte man wohl kaum eine solche Einwirkung erwarten; denn wir haben dort gesehen, wie indifferent, wie unzugänglich den meisten chemischen Agentien das Hämatin ist, aber allerdings auch gezeigt, dass dieses Pigment schwerlich in dem Zustande in den Blutzellen enthalten ist, wie es von den Chemikern isolirt dargestellt wird. Bestimmte chemische Thatsachen fehlen uns noch gänzlich, um die kaum zu bezweifelnde Einwirkung des Sauerstoffs auf den Inhalt der Blutkörperchen zu beweisen; nur einige Versuche von *Bruch*[1]) unterstützen diese aus physiologischen Gründen mehr als wahrscheinlich gewordene Ansicht. Das Pigment selbst scheint durch Sauerstoff und Kohlensäure Farbenveränderungen zu erleiden; wird nämlich stark gewässertes Blut, in dessen Plasma präsumtiv der Blutkörpercheninhalt diffundirt ist, mit Kohlensäuregas geschüttelt, so wird seine dunkle Farbe im durchfallenden Lichte noch dunkler, d. h. also: blos gewässertes Blut ist weniger tief dunkelroth durchscheinend, als gleich stark gewässertes, aber mit Kohlensäure imprägnirtes; die entgegengesetzte Wahrnehmung macht man, wenn solch gewässertes Blut mit Sauerstoffgas behandelt wird. Hierin mag ein Grund mit liegen, weshalb das wasserreichere Blut der Pfortader noch dunkler gefärbt ist, als das andrer Venen.

Es geht aus allen diesen Mittheilungen über die mechanischen Verhältnisse der Blutkörperchen hervor, dass sehr verschiedene Einflüsse auf die Blutzellen einwirken können, um eine bestimmte Farbennuance des Gesammtblutes hervorzubringen, und dass in speciellen Fällen oft schwer zu entscheiden ist, aus welchen einander oft entgegengesetzten Ursachen die Farbe des gerade vorliegenden Blutes resultire.

Auch andre physikalische Verhältnisse, die nicht direkt auf die Blutkörperchen einwirken, können die Farbe des Gesammtblutes modificiren. So finden wir lichtere Färbungen des Blutes, wenn in demselben neben den rothen sehr

1) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 1. S. 440—450 u. Bd. 3. S. 308—318.

viele farblose Blutzellen oder andre das Licht stark reflectirende Körperchen enthalten sind. So zeigte schon *Scherer*, dass Zusatz von Milch oder Gypspulver das Blut heller roth mache; aus diesem Grunde findet man zuweilen das an farblosen Blutzellen reiche Blut Pyämischer und Anämischer, sowie das mit Fettbläschen erfüllte Blut von Säufern von lichterer Färbung.

Dass äussere Einflüsse, z. B. bei der Fäulniss des Bluts, immer zunächst auf die Form der Blutkörperchen einwirken müssen und nachher erst chemische Umwandlungen einleiten können, bedarf wohl nicht erst besonderer Erwähnung. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn wir im Blute von Leichnamen oder in alten Exsudaten auf die verschiedensten Formen von Blutkörperchen stossen. Aus diesen Formen lassen sich indessen nur selten Schlüsse auf die vorangegangene Krankheit ziehen; denn sie sind nicht die unmittelbare Wirkung eines krankhaften Processes, sondern nur die Folge chemischer oder physischer Umwandlungen, denen zunächst die Intercellularflüssigkeit unterlegen ist. Man darf also aus der Untersuchung solchen Blutes, namentlich vom Mikroskope, keine grossen Vortheile für die medicinische Diagnostik erwarten, einmal weil in frischem Blute niemals solche Formveränderungen der Blutkörperchen vorkommen (wie man sie z. B. im Typhusblute einmal gefunden zu haben glaubte), und andrerseits weil das aus dem Leichname entlehnte Blut immer schon durch die äussern Einflüsse wesentliche Veränderungen erlitten hat.

Nachdem wir die physikalischen Eigenschaften der Blutkörperchen betrachtet haben, gehen wir zur Erforschung der chemischen Bestandtheile derselben über. Dieser Gegenstand lag bis auf die neueste Zeit noch sehr im Dunkel. Die mikroskopische Betrachtung des Blutes hatte zwar gelehrt, dass der Farbstoff desselben nur auf die farbigen Zellen beschränkt sei; *Berzelius* hatte ferner gezeigt, dass in diesen Zellen ein eiweissartiger, vom Albumin verschiedener Stoff, den er Globulin nannte, enthalten sei, und sprach die Vermuthung aus, dass die sg. phosphorhaltigen Fette wohl nur auf die Blutzellen beschränkt seien. *Berzelius* hatte schon den Weg angedeutet, auf welchem die Blutkörperchen von der Intercellularflüssigkeit getrennt, und, obwohl von mehreren ihrer wesentlichen Bestandtheile befreit, doch wenigstens frei von Serumbestandtheilen erhalten werden konnten. *Dumas* und *Figuier* brachten diese Methode in Anwendung und der erstere stellte sogar mit dem getrockneten Blutkörperchenreste Elementaranalysen an: allein alle diese Untersuchungen konnten der Natur der Sache nach nur wenig Aufschluss über die eigenthümlichen und wesentlichen Bestandtheile jener farbigen Zellen geben; denn man hatte entweder die Blutzellen nur mit Intercellularflüssigkeit gemengt untersucht oder nur die von allen löslichen (die Hüllenmembran der Zellen durchdringenden) Stoffen befreiten Zellen der Forschung unterworfen und das letztre wohl nicht einmal in erschöpfender Weise.

Erst durch die scharfsinnig erdachte und sorgfältig ausgeführte Untersuchungsmethode *C. Schmidt's* sind wir in den Stand gesetzt worden, bestimmtere Aufschlüsse über die Zusammensetzung des Inhalts der Blutkörperchen und die Natur der einzelnen darin vorkommenden Stoffe zu erhalten. Wir werden sehen, dass in dieser Entdeckung *Schmidt's* der Schwerpunkt aller unsrer Kenntnisse und Ansichten über die chemisch-physiologische Dignität der Blutzellen gelegen ist.

Berzelius[1]) hatte bereits gefunden, dass die Blutkörperchen (die er damals noch Blutroth nannte), von allen Salzen mit alkalischer Basis und von Zucker nicht aufgelöst werden, und dass man auf diese Weise ein Mittel hat, die Blutkörperchen von der Intercellularflüssigkeit einigermassen zu trennen. *Figuier*[2]) empfahl dieses Mittel zuerst zur quantitativen Bestimmung der Blutkörperchen, worüber weiter unten ausführlicher die Rede sein wird. Da jedoch bei dem Versuche, die Blutkörperchen auf diese Weise (gewöhnlich wendet man eine Lösung von schwefelsaurem Natron an) von den Bestandtheilen der Intercellularflüssigkeit zu trennen, sich sehr bald zeigt, dass diese Theile einerseits zusammenkleben und das Filter verstopfen, andrerseits aber auch so sich verändern, dass sie das Filter durchdringen, so empfahl *Dumas*[3]) in die auf dem Filter befindliche Flüssigkeit fortwährend Sauerstoff zu leiten, während man gleichzeitig immer neue Quantitäten Glaubersalzlösung zutröpfeln lässt. Die so erhaltenen glaubersalzhaltigen Blutkörperchen wurden getrocknet, mit Aether und kochendem Alkohol extrahirt und endlich durch kochendes Wasser vom schwefelsauren Natron und anderen löslichen Bestandtheilen befreit; *Dumas* fand durch Elementaranalysen in diesem Residuum serumfreier Blutzellen von Menschen, Hunden und Kaninchen nach Abzug der Asche constant die Verhältnisse von 55,1 bis 55,4% Kohlenstoff, 7,1% Wasserstoff, 17,2 bis 17,5% Stickstoff und demnach 20,2 bis 20,6% Sauerstoff.

C. Schmidt[4]) stellte in ähnlicher Weise die coagulirbaren und unlöslichen Theile der Blutzellen dar und fand ihr specifisches Gewicht im eisenhaltigen Zustande = 2,2507, im aschen- und eisenfreien aber = 1,2090. Derselbe Autor fand durchschnittlich in 100 Th. dieser trocknen Zellenresiduen 87,59 Globulin und 12,41 Hämatin; die aschehaltigen Residuen gaben 1,179% Eisenoxyd und 0,126 phosphorsaure Erden.

Was die *Hüllenmembran* der rothen Blutzellen betrifft, so hielten die meisten französischen Chemiker noch bis auf die neueste Zeit nach der alten Ansicht über die Blutgerinnung jene Membran für Fibrin. *Denis* und *Lecanu* haben versucht, die Gegenwart des Fibrins in den Blutkörperchen durch Zusammenreiben derselben mit Salzen, wie Salpeter und Kochsalz, zu erweisen; *Virchow*, der diese Versuche wie-

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 74. (4te Aufl.)
2) *Figuier*, Ann. de Chim. et de Phys. 3me Sér. T. 11. p. 503.
3) *Dumas*, ebendas. T. 17. p. 542.
4) *C. Schmidt*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 156—167.

derholte, hat jedoch gezeigt, dass die von jenen Autoren beobachteten Häutchen nichts als die vielfach zusammengefalteten und an einander haftenden Hüllen der Blutkörperchen sind, welche unter dem Mikroskop durch Schieben und Quetschen des Deckplättchens oft das Ansehen *Nasse*'scher Faserstoffschollen erhalten; *Virchow* bemerkt aber mit vollem Rechte, dass durch die Löslichkeit dieser Membranen in Salpeterwasser und ihr Aufquellen in Essigsäure ihre Identität mit dem Faserstoff noch keineswegs erwiesen sei; übrigens vermochte ich wenigstens von der Hüllenmaterie der Körperchen des Pferde- und Rindsblutes durch längere Digestion mit Salpeterwasser auch nicht eine Spur coagulabler oder durch Essigsäure fällbarer Materie aufzulösen. *Mulder* hält die Hüllenmembran für Proteïndeutoxyd; die Eigenschaften der durch Behandlung des Bluts mit Wasser erhaltenen Hüllenrudimente stimmen aber keineswegs mit denen des *Mulder*'schen Proteïndeutoxyds überein; in Essigsäure sowie in Alkalien sind sie weit schwerer löslich, als das letztre; auch enthält dieses bekanntlich Schwefel, von dem ich wenigstens keine Spur in den Membranen entdecken konnte. *Mulder* hat auch die Gegenwart dieses Stoffs nicht durch directe Versuche dargethan, sondern ist zu dieser Annahme nur durch folgende Betrachtung veranlasst worden: beim Durchgange durch die Lungencapillaren überziehen die Blutkörperchen sich mit einer dichteren Lage jenes Deutoxyds, wodurch der Blutfarbstoff (wie durch Milchglas) mit lichter rother Farbe durchscheint, daher die hellere Röthung des Arterienblutes; die centrale Depression der farbigen Blutzellen spreche ebenfalls dafür, da die Entzündungskruste, in welcher bekanntlich viel Deutoxyd enthalten sei, auch eine grosse Neigung besitze, eine ähnliche Depression oder Concavität zu zeigen.

Die Hüllenmembran hat selbst bei den Körperchen eines und desselben Blutes wahrscheinlich nicht vollkommen gleiche Zusammensetzung; wenigstens sehen wir, dass die farbigen Zellen desselben Blutes von denselben Mitteln in der Regel sehr ungleich verändert werden; lässt man Wasser, verdünnte Säuren, Aether, verdünnte Alkalilösungen auf die Blutkörperchen einwirken, so werden dieselben sehr ungleich zerstört; manche verschwinden z. B. selbst bei sehr starker Verdünnung mit Wasser durchaus nicht; man pflegt diese für die jüngeren, die leicht zerstörbaren für die älteren Blutkörperchen zu halten, indem man glaubt, dass die Hülle der farblosen Blutzellen, aus welchen die farbigen wenigstens zum Theil hervorgehen, ihre frühere chemische Natur noch einige Zeit beibehält, auch wenn sich bereits Pigment in

der Zelle gebildet hat. Die Hülle aber, welche unserm Auge unter dem Mikroskop so bald entschwindet, wird von den wenigsten der angewendeten Mittel wirklich aufgelöst, sondern sie geht nur in einen gallertartigen oder vielmehr schleimartigen Zustand über, in welchem ihr Lichtbrechungscoëfficient ziemlich gleich wird dem des Plasma; wir können dies nicht blos aus der oben öfter erwähnten Erscheinung schliessen, wornach die Hülle entweder in ihrer Integrität oder wenigstens in ihren Rudimenten durch Salzlösungen, Jodwasser u. s. w. wieder sichtbar gemacht werden konnte, sondern auch aus dem Schleimig- und Fadenziehendwerden des Blutes nach Zusatz gewisser Substanzen, z. B. verdünnter organischer Säuren, kohlensaurer Alkalien, Jodkalium, Salmiak u. s. w. Durch Sättigung so veränderten Blutes mit Säuren oder Alkalien oder Zusatz von Jodwasser oder schwefelsaurem Natron wird die Hülle der Blutkörperchen wieder sichtbar und gleichzeitig verliert das Blut seine Klebrigkeit. Uebrigens wird Intercellularflüssigkeit oder Serum durch die genannten Mittel nicht in den Zustand des Fadenziehens versetzt; dieselbe muss demnach von den Blutkörperchen ausgehen; dazu kommt, dass auch der nun in Wasser aufgequollene Schleim durch dieselben Mittel sich verdichtet, so dass er dem unbewaffneten Auge weniger durchsichtig, fast wie coagulirt erscheint und unter dem Mikroskope fadige Streifen zeigt.

Von der in den Blutzellen enthaltenen coagulirbaren Materie, dem *Globulin*, sowie von dem *Hämatin*, ist im ersten Theile ausführlicher die Rede gewesen; wir lenken daher unsre Aufmerksamkeit auf die andern organischen Substanzen, die als wesentliche Bestandtheile der farbigen Blutzellen zu betrachten sind.

Was zunächst die *Kerne der Blutkörperchen* betrifft, so sind diese schon in morphologischer Hinsicht ein sehr zweifelhaftes Moment, indem selbst von mehrern der ersten Physiologen (*R. Wagner* und Andern) die so deutlich sichtbaren und oft scharfbegrenzten Kerne der Blutkörperchen von Amphibien für Producte chemischer Abscheidung aus dem homogenen Zelleninhalte nach dem Tode angesehen werden, während Andre auch in den scheibenförmigen farbigen Körpern der Säugethiere und Vögel Kerne oder wenigstens Rudimente derselben gesehen haben. Möge aber die morphologische Existenz dieser Elemente entschieden werden, wie sie wolle, so lässt sich doch über ihre chemische Natur für jetzt durchaus nichts bestimmen, erstens deshalb, weil man sie isolirt für die chemische Untersuchung vorzubereiten durchaus nicht im Stande gewesen ist, und zweitens deshalb, weil,

wenn man sie jetzt auch für eine Proteïnverbindung erkennen sollte, die Kenntniss dieser Stoffe noch so sehr im Argen liegt, dass sich gar nicht entscheiden lassen würde, ob diese Kernmaterie einem der bekannten und benannten Proteïnkörper beizuzählen sei oder nicht.

Joh. Müller und nach ihm *Fz. Simon* halten den Kern für Faserstoff, da er in Essigsäure und in Alkalien sich auflösen soll, allein leider sind diese Eigenschaften nicht charakteristisch für den Stoff, den man Fibrin zu nennen übereingekommen ist; übrigens muss ich *Jul. Vogel* beistimmen, der den Kern sehr schwerlöslich in Essigsäure fand und ihn deshalb nicht für identisch mit Faserstoff halten kann. *Maitland*[1]) hält den Kern für eine eigenthümliche hornähnliche Verbindung, die er *Nuclein* nennt; *Nasse* bemerkt mit vollem Rechte, dass die von *Maitland* durch Auswaschen fibrinfreien Cruors dargestellte Substanz zugleich die Hüllenmembranen der Blutkörperchen enthält, die jedenfalls sehr überwiegend über die fragliche Kernsubstanz sind. *Hünefeld* hält die Kerne wesentlich für Fett; dass die Blutzellen reich daran sind, werden wir sogleich sehen; dass aber bei der Darstellungsweise der vermeintlichen Kerne sich das Fett immer denselben beimengen und daher immer einen grössern Theil des Untersuchungsobjectes ausmachen muss, bedarf wohl kaum einer nähern Darlegung.

Es ist bereits im 1. Th. (S. 275) erwähnt worden, dass ein erheblicher Theil der Fette des Blutes sich in den Blutzellen angehäuft vorfindet. *Berzelius* sprach schon die Muthmassung aus, dass die sg. phosphorhaltigen Fette wohl hauptsächlich den Blutkörperchen angehören möchten. Diese Ansicht habe ich wenigstens insofern bestätigt gefunden, als das durch Aether aus den (durch Vermittlung von schwefelsaurem Natron nach *Dumas'* Methode dargestellten) Blutkörperchen des Rindsbluts extrahirte Fett gegen 22% Asche liefert, welche sauer reagirt und wesentlich aus saurem phosphorsaurem Kalk besteht. Da man jetzt wohl mit Recht an der Existenz solcher phosphorhaltigen Fette zweifelt, wie man sie sonst sich vorstellte, so dürfte der Gedanke nahe liegen, dass wir es hier mit der von *Gobley* im Eidotter entdeckten Glycerinphosphorsäure (Th. 1. S. 247) zu thun haben. In den trocknen Blutkörperchen des Rindes fand ich durchschnittlich 2,249% durch Aether extrahirbarer Materie. Wir müssen jedoch gleich hier bemerken, dass die Blutzellen des arteriellen Blutes ärmer an Fett sind, als die des venösen, so dass ich in Körperchen des arteriellen Blutes eines Pferdes um die Hälfte weniger Fett vorfand, als in denen des venösen (in letzterem = 3,595%, in ersterem = 1,824% der trocken präparirten Körperchen).

1) *Maitland*, An experimental essay on the physiology of the blood. Edinburgh 1838. p. 27.

Die sg. *Extractivstoffe* der Blutkörperchen lassen sich nicht näher bezeichnen, eben weil sie uns unbekannte Stoffe sind, allein so viel steht nach den wenigen Untersuchungen, die ich über diesen Gegenstand angestellt habe, fest, dass die meisten solcher Stoffe dem Serum, aber nicht den Blutzellen angehören. Wenn in 100 Th. festen Serumrückstands gegen 8 Th. salzfreier Extractivstoffe enthalten sind, so sind in 100 Th. festen Rückstandes der Zellen desselben Blutes (berechnet aus der Analyse des Blutkuchens) noch nicht 6 Th. solcher Stoffe enthalten.

Was nun die Mineralbestandtheile der Blutkörperchen betrifft, so hat man sich über diese (abgesehen vom Eisengehalte) meist sehr verschiedene Gedanken gemacht, die aber fast alle gleich weit von der Wahrheit entfernt sind. Man hat nämlich entweder geglaubt, dass alle Salze, die wir in dem Serum finden oder supponiren, auch in der Blutzelle enthalten sein müssten, oder man stellte sich vor, dass die Zelle wenigstens die löslichen Salze und darunter insbesondere das Chlornatrium und Chlorkalium vollkommen ausschliesse. Obgleich keine von diesen beiden Ansichten gewöhnlich so entschieden ausgesprochen wurde und man sich wohl meist bei dem Mangel aller Entscheidungsgründe jeder bestimmten Meinung enthielt, so laufen doch wenigstens die Vorstellungen, die man sich bei den Analysen des Blutes machen konnte, nur auf diese beiden Anschauungsweisen hinaus. Erst den unermüdlichen Forschungen *C. Schmidt*'s verdanken wir eine Anzahl Thatsachen, welche beweisen, dass in der That auch lösliche Salze in den feuchten Blutzellen enthalten sind, dass diese Salze aber keineswegs vollkommen dieselben sind, welche wir im Serum vorfinden, und dass endlich ihre Menge weit geringer ist, als sie sein müsste, wenn das Wasser der Blutkörperchen gerade so viel Salz enthielte, wie das Wasser des Serums.

Man braucht nur eine gute Analyse des Serums mit der des Kuchens eines und desselben Blutes zu vergleichen, und nach der oberflächlichsten Schätzung die dem (die Zellen umgebenden) Serum zukommenden löslichen Salze von dem Summe der löslichen Salze des Blutkuchens abzuziehen, um sich zu überzeugen, dass in den Blutzellen bei weitem weniger solcher Salze enthalten sein können, ebenso aber auch, dass nicht alle diese Salze dem eingeschlossenen Serum allein angehören können.

Ich fand z. B. im Serum des Venenblutes eines Pferdes 0,835% Salze (lösliche und unlösliche), im feuchten Blutkuchen desselben Blutes 0,819% (sammt

Eisenoxyd); werden die darin gefundenen 0,114 Th. Eisenoxyd abgezogen, so verbleiben 0,705% Mineralstoffe; denken wir uns nun beispielsweise den Blutkuchen so locker, dass er ⅓ seines Gewichts Serum eingeschlossen enthielt, so würden von den 0,705 Th. Salzen 0,273 Th. für das eingeschlossene Serum abgehen und es würden den (⅔ des ursprünglichen Gewichts des Blutkuchens ausmachenden) 66,667 Blutzellen nur 0,432 Th. Salze verbleiben; auf 100 Th. feuchter Blutzellen würden demnach nur 0,648 Th. Salze kommen. Nähme man dagegen die Blutkörperchen so dicht an einander liegend an, dass sie nur ⅕ Serum vom Gewichte des Blutkuchens einschlössen, so würden, da 16,667 Th. Serum = 0,137 Th. Salze enthalten, für die 83,333 Th. Blutkörperchen noch 0,568 Th. Salze verbleiben, also würden dann in 100 Th. Blutzellen 0,681 Th. Salze verbleiben. *Schmidt* hat nun, wie weiter unten gezeigt werden wird, eine Methode ausfindig gemacht, um die Menge des vom Blutkuchen eingeschlossenen Serums ziemlich genau zu finden und darnach die den feuchten Blutzellen zukommenden Mineralbestandtheile berechnen zu können.

Sind wir im Stande, durch Rechnung die Menge der in den frischen Blutzellen enthaltenen Mineralbestandtheile zu finden, so bleibt nur die Beantwortung der Frage übrig, ob vorzugsweise gewisse Salze in den Zellen sich anhäufen, und welche dies sind? Auch diese Fragen sind zuerst von *C. Schmidt* beantwortet worden; er hat nämlich nachgewiesen, dass die Blutzellenflüssigkeit (d. h. das in den Blutkörperchen enthaltene Wasser) neben den organischen Materien hauptsächlich Phosphate und Kalisalze in überwiegender Menge enthält, so dass also phosphorsaures Kali und der grösste Theil des Chlorkaliums den Blutzellen, dagegen das Chlornatrium nebst ein wenig Chlorkalium und phosphorsaurem Natron dem Plasma (Serum + Faserstoff) angehört. In den letztern sind die organischen Materien nur an Natron gebunden, während in den Blutzellen die Fettsäuren und das Globulin neben Natron auch Kali enthalten.

C. Schmidt fand z. B. bei der Analyse eines Bluts, welches 396,24 p. m. Blutzellen und 603,76 p. m. Intercellularflüssigkeit enthielt, in den ersteren 1,353 Chlorkalium und 0,835 phosphorsaures Kali, während in letzterer neben 0,267 phosphorsaurem Natron und 0,270 Chlorkalium 3,417 Chlornatrium enthalten waren.

Schmidt hat bei verschiedenen Säugethierclassen die Verhältnisse zwischen Kalium und Natrium und Phosphorsäure und Chlor in den Blutzellen und in der Intercellularflüssigkeit untersucht und in einer Tabelle zusammengestellt, die wir der Uebersicht wegen wohl passender Weise selbst mittheilen.

100 Th. unorganischer Stoffe:

Gattung.	Blutzelle.		Plasma.		Blutzelle.		Plasma.	
	K	*Na*	*K*	*Na*	PO_5	*Cl*	PO_5	*Cl*
Mensch (Mittel a. 8 B.)	40,89	9,71	5,19	37,74	17,64	21,00	6,08	40,68
Hund	6,07	36,17	3,25	39,68	22,12	24,88	6,65	37,31
Katze	7,85	35,02	5,17	37,64	13,62	27,59	7,27	41,70
Schaaf	14,57	38,07	6,56	38,56	8,95	27,21	3,56	40,89
Ziege	37,41	14,98	3,55	37,89	9,41	31,73	5,90	40,41

Hiermit stimmt auch überein, dass *Nasse* gerade im Blute derjenigen Thiere am meisten Phosphate vorfand, welche sich durch ihren Reichthum an Blutkörperchen auszeichnen, nämlich Schweine, Gänse und Hühner; bei Schafen und Ziegen dagegen, wo er wenig Blutkörperchen berechnet, fand er auch am wenigsten Phosphate. Bei einer andern Gelegenheit hat auch *Nasse*[1]) schon die Vermuthung ausgesprochen, dass die Phosphate hauptsächlich in den Blutkörperchen enthalten sein müssten.

Beim Menschen tritt, wie man sieht, der Unterschied am meisten hervor, bei den Fleischfressern zeigt er sich mehr in den Säuren, bei den Pflanzenfressern mehr in den Alkalien. *Schmidt* fügt hinzu, dass die zufällige Nahrung des Thiers oder der Volksstamm des Menschen ohne allen Einfluss auf diese Verhältnisse sei.

Erdphosphate kommen, wie bereits erwähnt, ebenfalls in den Blutzellen vor; diese jedoch in weit geringerer Menge als in der Intercellularflüssigkeit (und zwar sowohl relativ als absolut genommen.)

Schmidt fand in den Blutzellen von 1000 Th. Blut nur 0,086 Th. phosphorsaurer Kalk- und Talkerde, in der Intercellularflüssigkeit aber 0,332 Th. oder in 1000 Blutzellen = 0,218 und in 1000 Intercellularflüssigkeit = 0,550 Erdphosphate.

Das Eisen des Blutes gehört bekanntlich fast nur dem Hämatin der Blutzellen an; da der Eisengehalt der Blutasche, verglichen mit der Zahl der farbigen Zellen des Blutes, ein ziemlich variabler ist, so haben wir schon oben den Schluss daraus gezogen, dass der Hämatingehalt demzufolge in den Blutzellen wechseln müsse.

Wir haben gesehen, dass in den Lebervenenblutkörperchen sich weniger Eisenoxyd findet, als in denen des Pfortaderbluts; *Schmidt* fand in den Blutzellen bei hydrämischen Zuständen mehr Eisen und schliesst hieraus, dass die Blutzellen in diesen Fällen ärmer an Globulin geworden sind, aber nicht reicher an Hämatin; das Hämatin glaubt er aber aus der Menge des gefundenen Eisens berechnen zu können. Dieser Schluss von der Menge des Eisens auf die des Hämatins dünkt uns allerdings gerechtfertigt, so bald wir es mit dem reinen

1) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 1. S. 165.

Hämatin der Chemiker zu thun haben, welches 6,6% Eisen enthält; allein es ist zu erwägen, dass das Hämatin wahrscheinlich nicht mit einem Male, wie Athene aus Zeus Haupte, fertig gebildet hervorgeht, sondern dass höchst wahrscheinlicher Weise das Hämatin ebenso allmälig entsteht und seine Elemente sammelt, als es allmälig zu Grunde geht; dazu kommt, dass wir bereits (künstlich dargestelltes) eisenfreies Hämatin kennen; und wer weiss denn, ob wir nicht noch in irgend einem Organe eisenfreies oder eisenarmes Hämatin entdecken werden?

Wiederholte Versuchsreihen mit dem klaren Serum des Bluts von Rindern, Schaafen, Schweinen, Pferden, Hunden, Katzen, Kaninchen und Hühnern ergaben *C. Schmidt* völlige Abwesenheit des Eisens (dies hatte früher auch *Nasse* gefunden.)

In 100 Th. trockner Blutkörperchen (nach *Prevost* und *Dumas* bestimmt) fand *C. Schmidt* beim Manne 0,4348%, beim Rinde 0,509%, beim Schweine 0,448%, beim Huhne 0,329% Eisen.

Die Blutkörperchen enthalten auch vorzugsweise die Gase des Blutes, Kohlensäure, Stickstoff und Sauerstoff. Es ist von *Davy*, *Nasse*, *Scherer*, *van Enschut*, *Magnus* und Andern nachgewiesen worden, dass das Serum in weit geringerem Grade das Vermögen besitzt, Sauerstoff und Kohlensäure zu absorbiren, als das defibrinirte Blut, und ich selbst habe mich überzeugt, dass aus einem Volumen geschlagenen Bluts sich im Vacuo wenigstens doppelt so viel Luft entwickelt, als aus einem stark durchrührten oder mit atmosphärischer Luft geschütteltem Serum. *Van Maack* hat gefunden, dass die Lösung des Blutroths noch ein deutliches Anziehungsvermögen zum Sauerstoff besitzt, und *Scherer* hat sich nicht nur von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt, sondern auch zugleich gefunden, dass nach Absorption des Sauerstoffs etwas Kohlensäure entwickelt wird.

Nachdem schon *H. Davy* und *Berzelius* sich von der Gegenwart freier Gase im Blute überzeugt zu haben glaubten, später aber diese Ansicht wieder zurücknahmen, fielen die Resultate der Forscher sehr verschieden aus, indem sie bald mehr für, bald gegen die Anwesenheit aufgelöster Gase zu sprechen schienen. Doch wurde diese Frage noch vor Beginn des letzten Decenniums durch die Versuche von *van Enschut*, *Bischoff*, *J. Davy*, besonders aber von *Magnus* dahin entschieden, dass auch in ganz frischem Blute freie aufgelöste Gase und zwar im arteriellen sowohl als im venösen enthalten seien. In neuerer Zeit hat *Magnus* seine frühere Beobachtung, dass neben freier Kohlensäure auch freies Sauerstoff- und Stickstoffgas vorkomme, durch einfachere Versuche bestätigt. Nach den frühern Erfahrungen von *Magnus*[1])

1) *Magnus*, Pogg. Ann. Bd. 36. S. 685 ff.

enthält arterielles und venöses Blut ziemlich gleiche Mengen Stickstoff; im ersteren verhält sich der Sauerstoff zur Kohlensäure dem Volumen nach = 6 : 16, im letztern kaum = 4 : 16, hiernach würde also relativ mehr Sauerstoff im arteriellen Blute enthalten sein, als im venösen. Die neuern Versuche von *Magnus*[1]) bestimmen nicht blos das Verhältniss der Gasvolumina unter einander, sondern auch zum Volumen des Blutes; sie ergeben, dass wenigstens im Blute der Kälber, Rinder und Pferde, immer 10 bis 12,5 Volumenprocente Sauerstoff und 1,7 bis 3,3 Volumenprocente Stickstoff aufgelöst sind. Nach einem Versuche *Magendie's* enthält das venöse Blut 78, das arterielle aber nur 66 Volumenprocente Kohlensäure. Der Sauerstoff des Blutes lässt sich ebensowohl im Vacuo als durch andre Gase, z. B. Wasserstoff und Kohlensäure fast vollständig austreiben, woraus wohl genügend hervorgeht, dass derselbe im Blute nur mechanisch absorbirt, nicht chemisch gebunden enthalten ist. Da das Blut nach den Versuchen von *Magnus* im Stande ist, sein 1½faches Volumen (also 150%) Kohlensäure zu absorbiren, so mag es für den ersten Blick auffallen, dass das kreisende Blut nicht mehr mit Kohlensäure imprägnirt gefunden, und dass beim Athmen nur wenig mehr Sauerstoff absorbirt, als Kohlensäure ausgeschieden wird; allein wenn wir erwägen, dass bei der Respiration die Verhältnisse der concurrirenden Gase ganz andre sind, als bei unsern Versuchen (wo wir reine atmosphärische Luft oder reine Kohlensäure mit dem Blute schütteln), so kann uns jene Wahrnehmung nicht mehr wunderbar erscheinen.

Eine wichtige und in der That noch nicht völlig entschiedene Frage, welche sich an das Vorkommen freien Sauerstoffs im Blute knüpft, ist die, ob sich nicht wenigstens ein Theil des durch die Lungen ins Blut gelangten Sauerstoffs schon im arteriellen Systeme mit einzelnen Blutbestandtheilen chemisch verbinde. *Marchand* suchte durch einige Versuche und *Magnus* durch eine auf Thatsachen begründete Rechnung jene Frage zur Entscheidung zu bringen. *Marchand* glaubte nämlich, dass, wenn kohlensäurefreies Blut durch unmittelbaren Einfluss von Sauerstoff keine Kohlensäure erzeuge, dann auch der Sauerstoff nur mechanisch absorbirt werden könne; er fand nun in der That auch, dass eben so wenig frisches Blut, als Blutserum, Hühnereiweiss, Lösungen von Blutkörperchen u. dgl., nachdem sie von Kohlensäure befreit waren, beim Hindurchleiten von Sauerstoff

1) *Magnus*, Poggend. Ann. Bd. 56. S. 177—206.

die geringste Spur Kohlensäure entwickeln; allein abgesehen davon, dass, wie oben erwähnt, *van Maack* und *Scherer* in der That Kohlensäureexhalation aus dem Blutrothe nach vorhergegangener Sauerstoffabsorption beobachtet haben wollen, so wird auch durch den *Marchand*'schen Versuch nicht mehr erwiesen, als dass Sauerstoff vom Blute absorbirt werden kann, ohne dass dadurch eine Bildung von Kohlensäure bedingt wird; recht gut möglich bliebe es aber, dass einer oder der andre Blutbestandtheil sich höher oxydirte, ohne Kohlensäure abzuscheiden; denn nicht jeder Oxydation eines organischen Körpers folgt Kohlensäureentwicklung. Beweiskräftiger würde die Berechnung von *Magnus* sein, wenn nur die derselben untergelegten Zahlen nicht auf zu schwankenden Bestimmungen beruhten. Wenn nämlich in einer Minute bei einem erwachsenen Menschen ungefähr 13 par. Cubikzoll Sauerstoff ins Blut übergehen, ferner ungefähr 10 Pfd. Blut durch die Lungen gehen, im Blute der Pferde aber ungefähr 11% Sauerstoff gefunden werden: so ergibt sich allerdings, dass ungefähr die Hälfte des Sauerstoffs vom Venenblute in den Lungen absorbirt wird, welchen *Magnus* im arteriellen Blute gefunden hatte, so dass also das letztere immer ungefähr die Hälfte seines freien Sauerstoffs in den Capillaren verlieren würde. Wirklich erwiesen ist hierdurch sowie durch die oben angeführten Thatsachen, dass der grösste Theil des in den Lungen absorbirten Sauerstoffs im Blute frei versirt; allein das scheint uns noch keineswegs ausser allen Zweifel gesetzt, dass nicht wenigstens ein Theil des absorbirten Sauerstoffs schon im Herzen und den Arterien mit einem oder dem andern Blutbestandtheile eine chemische Verbindung eingehe, während doch eine solche Verbindung mit einem Male in den Capillaren vor sich gehen soll.

In jedem Falle muss das Verhältniss der Gase zu den Blutkörperchen durch specielle Versuche genauer eruirt sein, ehe sich hierüber eine bestimmte Ansicht fassen lässt.

Ehe wir zur nähern Betrachtung der Intercellularflüssigkeit übergehen, müssen wir noch einiger morphologischer Elemente Erwähnung thun, die neben den farbigen Zellen im Blute suspendirt gefunden werden; dies sind die schon oben erwähnten farblosen Körperchen und die sg. Faserstoffschollen. Was die letztern betrifft, so zeigt ihr Name schon, dass ihr Entdecker, *H. Nasse*[1]), diese unregelmässigen,

1) *H. Nasse*, Müller's Archiv 1841. S. 439 u. Handwörterb. d. Physiol. Bd. 1. S. 108.

vielfach gefalteten und ausgebuchteten Platten von höchstens $^1/_{100}$‴ D. für einen eigenthümlich geronnenen Faserstoff hielt, welcher Ansicht *Virchow*[1]) neuerdings beigetreten ist. Hiergegen würde aber *Henle's, Döderlein's*[2]) und *Zimmermann's* Erfahrung sprechen, die solche Schollen in ungeronnenem Blute (im frischen sowohl als in solchem, dessen Gerinnung durch Salze verhindert worden war) auffanden. Dieser Stoff würde daher wenigstens eine ganz besondre Art Fibrin constituiren müssen, also einen Stoff, der nicht Fibrin ist; wir haben aber schon früher (im 1. Th.) gesehen, dass der Faserstoff selbst noch keineswegs so chemisch rein dargestellt worden ist, dass eine gute chemische Vergleichung damit möglich wäre. Allein wollen wir auch den Begriff Faserstoff recht weit fassen, so können wir nach den chemischen Reactionen, welche *Döderlein* mit diesen Schollen angestellt hat, dieselben kaum für Fibrin halten; dieser Autor fand nämlich, dass jene Schollen in Essigsäure selbst bei längerer Einwirkung, sowie auch in Schwefelsäure vollkommen unlöslich waren und selbst bei der Fäulniss des Blutes wochenlang unverändert blieben. Diese Eigenschaften der Schollen sind denen des Faserstoffs geradezu entgegengesetzt; wollte man eine solche Substanz noch unter den Begriff Faserstoff subsummiren, so würde die Elasticität der chemischen Begriffe noch ausgedehnter, als sie so schon ist. Da sich das Pflasterepithelium gegen Essigsäure, Schwefelsäure und Fäulniss gerade so verhält, wie die Schollen nach *Döderlein's* Versuchen, so könnte man der früher von *Henle* gehegten Muthmassung beipflichten und die Schollen für Epithelialfetzen der innern Gefässhaut ansehen, wenn nur deren Form damit einigermassen übereinstimmte. Jetzt ist *Henle* geneigt, die Schollen für verklebte Membranen von zerstörten Blutkörperchen zu halten; damit haben sie auch nach *Virchow's* Versuchen, die Hüllen durch Reiben zum Zusammenheften zu bringen, die meiste Aehnlichkeit. In dem stark gewässerten Lebervenenblute, welches an solchen Hüllenmembranen sehr reich ist, fand ich auch sehr viel ganz entschiedene Faserstoffschollen, die wie die Hüllen selbst von Essigsäure und Alkalien fast gar nicht angegriffen wurden.

So eben (als bereits vorliegender Bogen zur Correctur vorlag) lese ich, dass *Bruch*[3]) sich überzeugt zu haben glaubt, dass alle sg.

1) *Virchow*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 5. S. 216 u. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 2. S. 596.

2) *Henle* und *Döderlein*, Henle's Handb. d. rat. Pathol. Bd. 2. S. 152.

3) *Bruch*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 9. S. 216—222.

Faserstoffschollen nichts andres seien, als *Epithelialzellen, herrührend von der äussern Haut des Beobachters*, die zufällig von der Epidermis des Gesichts auf das Präparat gefallen seien. Das Vorkommen der sg. Faserstoffschollen in den meisten andern thierischen Flüssigkeiten, das Fehlen derselben im kreisenden Blute, das Anhaften von Luft an denselben, ihr chemisches Verhalten, die Form der verhornten Oberhautschüppchen und endlich die Erfahrung, dass sie selbst in einem Tropfen Wasser, über welchen man den Kopf etwas geschüttelt hat, gefunden werden, sind Gründe genug dafür, dass wohl die Mehrzahl der Gebilde, die man für Faserstoffschollen ausgegeben hat, nichts anders als vertrocknete Zellen vom Pflasterepithelium sind; allein dennoch kann man wohl nicht alle diesen ähnliche Bildungen, welche man zuweilen im Blute findet, für solche Epidermisschüppchen erklären. Ist Blut mit Wasser behandelt worden (so wie *Nasse* seinen Faserstoff, an dem er solche Schollen hervorragen sah, jedenfalls behandelt hatte), so findet man weit mehr solche zerknitterten Blättchen ähnliche Faserstoffschollen, als im frischen Blute, hauptsächlich aber im Lebervenenblute nach der Behandlung mit Wasser; es sind dies offenbar die zusammengeklebten, gedehnten und verzerrten Hüllen der Blutkörperchen, die, wie oben gezeigt, darin den Epidermisplättchen ähnlich sind, dass sie von Essigsäure und nicht allzu concentrirter Kalilauge gar nicht angegriffen werden.

Die *farblosen Blutkörperchen* sind nach den neuesten Untersuchungen vollkommen identisch mit den Lymph- und Chyluskörperchen; ja trotz früherer Behauptungen lässt sich kein einziger Unterschied zwischen ihnen und den Schleim- und Eiterkörperchen nachweisen; wir weisen nur auf die ausführlichen Arbeiten von *Henle*[1]), *H. Müller*[2]) und *Virchow*[3]) hin. Die Körperchen selbst sind unvollkommen kuglich, nicht elastisch; ihre Hülle mehr oder weniger granulirt und immer so klebrig, dass sie eine nicht geringe Neigung besitzen, sich zu grössern oder kleinern Gruppen zu conglomeriren. Im kreisenden Blute sieht man sie an den Wänden der Capillaren hinrollen (während die gefärbten weit schneller und zwar näher der Achse des Gefässes hinströmen) wie man sich leicht an der Schwimmhaut jedes Frosches überzeugen kann. Der Inhalt der farblosen Blutzellen besteht aus einer eiweissartigen Lösung und darin aufgeschwemmten,

1) *Henle,* Allg. Anatomie. S. 442.
2) *H. Müller,* Zeitschr. f. rat. Medicin. Bd. 3. S. 204—268.
3) *Virchow*, a. a. O.

höchst feinen Körnchen neben einem einfachen, doppelten, drei- oder mehrfachen, bald glatten bald granulösen Kern. Wasser bewirkt, dass die Körperchen sich aufblähen, und dass die Kernmasse sichtbar wird; noch mehr geschieht diess durch verdünnte Essigsäure, durch welche die Hülle allmählig aufgelöst und die Kerne blosgelegt werden; bei der endosmotischen Einwirkung von Wasser geräth der granulöse Zelleninhalt in deutliche Molecularbewegung.

Ueber die chemische Natur der einzelnen Stoffe, aus welchen die farblose Blutzelle zusammengesetzt ist, wissen wir weit weniger, als über die der farbigen. Da wir unter „Eiter" auf diese Art von Zellen ausführlicher zurückkommen müssen: so verschieben wir bis dahin die ausführlichere Mittheilung dessen, was etwa über diesen Gegenstand bekannt geworden ist.

Von andern morphologischen Elementen, wie Fettbläschen, Molecularfibrin u. dergl. wird beim Serum die Rede sein. Von den Infusorien, die man im Blute gefunden haben wollte, schweigen wir, als von einem längst berichtigtem Irrthume.

Der texturlose, flüssige Bestandtheil des Blutes ist die Intercellularflüssigkeit, welche im kreisenden Blute neben den Serumbestandtheilen das Fibrin aufgelöst enthält; wir gehen daher zunächst an die Betrachtung des Faserstoffs, und zwar um so mehr, als er wegen seiner Ausscheidung aus dem Blute als Blutkuchen in nahe Beziehungen zu den Blutkörperchen tritt. Da wir bereits im ersten Theile (S. 357—376) ausführlicher über die chemische Natur des Fibrins gesprochen haben, so wird sich hier unsre Aufmerksamkeit mehr auf die mechanischen Verhältnisse zu richten haben, welche durch die spontane Ausscheidung des Fibrins aus frisch gelassenem Blute bedingt werden. Wir werden also hier vorzugsweise die Gerinnung des Bluts und ihre Resultate, den Blutkuchen und seine verschiedene physikalische Beschaffenheit, ins Auge zu fassen haben.

Rücksichtlich der ursächlichen Verhältnisse der spontanen Fibringerinnung haben wir Th. I, S. 358 bereits die darüber aufgestellten Ansichten mitgetheilt; es ist daher nur noch nachträglich einer jüngst von *C. Schmidt*[1]) ausgesprochenen Hypothese Erwähnung zu thun, die im Wesentlichen der früher von *Schultz* aufgestellten Meinung sehr ähnlich ist. *Schmidt* glaubt nämlich, dass das Fibrin sich bilde und ausscheide, indem ein im Blute gelöstes saures Natronalbuminat beim Austritt des Bluts aus dem Kreislaufe in seine Componenten zerfällt, so dass ein minder saures, neutrales oder basisches Natronalbuminat gelöst bleibt, während das andre Atom Albumin unter der Form, die wir Fibrin nennen, sich

1) *C. Schmidt*, Characteristik d. Cholera u. s. w. Mitau u. Leipzig 1850. S. 205.

abscheidet; das Fibrin contrahire sich nachher auf das möglich kleinste Volumen, gleich wie frisch gefällte Kieselsäure, Thonerde, Kalkphoshat sich auch allmählig contrahiren. Beobachtet man die Th. I. S. 358 beschriebene Ausscheidung des Fibrins in Fäden u. s. w., so will es uns scheinen, als ob darin wenigstens die Analogie mit dem Thonerdehydrat u. s. w. keine sonderliche Stütze für diese auf den ersten Blick recht plausible Hypothese finde.

Die Gerinnung des Blutes, die auffälligste Erscheinung am frischen Blute, ist seit lange schon vielfachen Untersuchungen unterworfen, aber leider noch immer nicht vollständig erforscht worden. Wir kennen bereits Faserstoff als die nächste Ursache der Blutkuchenbildung; wir haben auch im Eingange dieses Capitels den Vorgang der Gerinnung selbst in seiner äussern Erscheinung bei normalem Blute kennen gelernt; es treten aber unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen so manche Anomalien ein, deren Studium uns nähern Aufschluss über den innern Zusammenhang dieses Vorganges zu geben verspricht. Diese Anomalien oder vielmehr Schwankungen der äussern Erscheinungen beziehen sich theils auf die Dauer der einzelnen Perioden des Gerinnens, theils auf die endliche Consistenz des Blutkuchens, theils auf die Art der Einschliessung der Blutkörperchen. Die nächsten Ursachen solcher Modificationen werden wir theils in der variablen Menge und Art des Fibrins, in der Zahl und Beschaffenheit der Blutkörperchen, theils auch in der chemischen Constitution des Serums zu suchen haben.

Die verschiedene Dauer, in welcher die Gerinnung des Blutes vor sich geht, die Gerinnungszeit, zieht zunächst unsre Aufmerksamkeit auf sich. Weit häufiger stossen wir auf eine Verlangsamung der Gerinnung und einzelner ihrer Perioden, als auf eine Beschleunigung derselben. Indem wir den Ursachen dieser Verschiedenheit nachforschen, werden wir zugleich die physiologischen und pathologischen Verhältnisse selbst am besten kennen lernen, unter welcher die Gerinnung bald langsamer, bald schneller vor sich geht. Auch auf diesen Theil der Blutuntersuchung hat vorzugsweise *H. Nasse* sehr viel Mühe verwendet und die meisten der mitzutheilenden Beobachtungen ins Klare gebracht. Zunächst müssen wir einiger äussern Verhältnisse Erwähnung thun, die, gänzlich unabhängig von der chemischen Natur des Blutes, auf die Gerinnungsdauer desselben influenziren. Hierher gehört z. B. *stärkere Bewegung* des Bluts vor und während des Gerinnens. Ganz so wie aus gesättigten Salzlösungen durch Umrühren, Stösse u. dergl. die Ausscheidung der Krystalle

befördert wird, so wirkt auch Schütteln und Rühren des Bluts auf eine schleunigere Abscheidung des Faserstoffs hin. Im luftleeren Raume pflegt das Blut ebenfalls schneller zu gerinnen, da durch die sich entwickelnden Gas- und Wasserdunstblasen eine lebhafte Bewegung in den Blutmolecülen hervorgerufen wird; aber doch gerinnt das Blut an der Luft noch schneller, wenn es stark bewegt wird; hier kommt nämlich zu dem einen Beschleunigungsmomente, der Bewegung, noch ein andres, nämlich der *Zutritt von atmosphärischer Luft oder Sauerstoff*. Das Blut sehen wir daher um so schneller gerinnen, je langsamer es aus der Vene hervorquillt, oder je länger der Strahl war, in dem es hervorspritzte und je weiter und flacher das Gefäss ist, in dem es aufgesammelt wurde. Da das Blut selbst Gase enthält, so hängt von dessen verschiedenem Gehalte an denselben gewiss oft die Gerinnungszeit ab; das kohlensäurereichere Blut gerinnt daher langsamer, als das daran ärmere; schon das längere Verweilen des Bluts in den Venen nach Anlegung der Aderlassbinde scheint mit einer Vermehrung von Kohlensäure verbunden zu sein; wenigstens sehen wir in solchem Falle (wenn die Binde längere Zeit vorher angelegt wurde) das Blut weit langsamer gerinnen. Wenn ferner in den Lungen der Gasaustausch nicht gehörig von Statten geht, so muss das Blut ärmer an Sauerstoff und daher reicher an Kohlensäure werden; darum gerinnt bei Cyanose das Blut nur sehr langsam; zum Theil mag wenigstens hierin auch ein Grund mit liegen, weshalb in entzündlichem Blute die Gerinnung oft so verzögert ist, und weshalb venöses Blut später gerinnt als arterielles. Beim Verbluten sehen wir das zuletzt ausfliessende Blut weit schneller gerinnen, als das zuerst ausgeflossene; wahrscheinlich deshalb, weil das zuletzt ausfliessende in Folge der stossweise erfolgenden tiefen Athemzüge sauerstoffreicher geworden ist, wofür auch dessen lichtere Farbe spricht. Das später aus der Leiche entnommene Blut gerinnt wieder langsamer, wohl deshalb, weil es wieder mehr mit Kohlensäure imprägnirt ist.

Ein andres Moment, welches die Gerinnungsdauer des Blutes verkürzt, ist *Wässrigkeit des Bluts*. Nach *Nasse's* Versuchen beschleunigt Wasser in kleinen, höchstens das Doppelte erreichenden Mengen die Gerinnung des Blutes, während grössere Mengen Wasser dieselbe verzögern. Daher finden wir, dass wässrigeres Blut, z. B. das der Frauen, das nach wiederholten Aderlässen oder andern Säfteverlusten, so wie das anämische überhaupt schneller gerinnt, als normales Blut.

Dass gewisse Salze, namentlich kohlensaure so wie auch ätzende Alkalien, die Gerinnung des Blutes verzögern, ja ganz aufhalten können, ist eine längst bekannte Thatsache; allein rücksichtlich andrer Alkalisalze ist dieser Gegenstand noch keineswegs gehörig ins Licht gesetzt; denn man hat bei den Versuchen mit verschiedenen Salzen fast gar nicht auf den Verdünnungsgrad der Salzlösung und ebensowenig auf die von dieser zugesetzten Menge Rücksicht genommen; *Nasse* hat aber gefunden, dass fast alle Salze in nicht allzu grossen Dosen die Gerinnung beschleunigen, wenn sie sonst auch in ziemlich geringen Mengen dieselbe zu verhindern im Stande sind. Deshalb lässt sich auch der Zusammenhang zwischen dem Salzgehalte des Bluts und dessen schnellerer oder langsamerer Gerinnung in Krankheiten keineswegs so leicht nachweisen, wie man das wohl früher geglaubt hat. So hat man den Mangel an Gerinnbarkeit, der zuweilen im Blute bei typhösen und putriden Zuständen beobachtet wird, von einer erheblichen Vermehrung der Blutsalze oder dem Auftreten kohlensaurer Alkalien herleiten wollen, deren Gegenwart aber durch keinen Versuch erwiesen. Wir können also nur behaupten, dass die verschiedene Gerinnungsdauer, welche wir oft am Blute von derselben Krankheitsform beobachten, wohl mit von dem Salzgehalte des Blutes abhängig sein möge.

Schleimige Lösungen indifferenter organischer Substanzen, wie Eiweiss, Casein, Zucker, verzögern die Gerinnung des Blutes erheblich. Man ersieht wenigstens hieraus, wieviel verschiedene Bedingungen coïncidiren können, um den einen oder den andern Erfolg rücksichtlich der Gerinnung herbeizuführen. Gerade hierin hat uns aber die chemische Analyse am meisten im Stiche gelassen; denn, wie schon oben erwähnt, sind wir über die verschiedenen Salzmengen im krankhaften Blute noch in völliger Unwissenheit.

Der Einfluss der *Temperatur* des ausfliessenden Blutes auf die Gerinnung des Blutes ist auch von *Nasse* hervorgehoben worden, allein die nähern Beziehungen zwischen jener und der Dauer der Gerinnung sind noch unerkannt. Zu den Schwierigkeiten einer genauern Erforschung des ursächlichen Zusammenhanges der Gerinnungsdauer und der äussern und innern Verhältnisse des Bluts gesellt sich noch der Umstand, dass jene Einflüsse oft gleichzeitig im Blute sich geltend machen und sich theilweise gegenseitig aufheben.

Man hat ferner geglaubt, faserstoffreiches (entzündliches) Blut gerinne langsamer als faserstoffarmes; allein oft gerinnt auch das erstre

sehr schnell, und es ist daher sehr die Frage, ob überhaupt die Fibrinmenge irgend welchen Einfluss auf die Gerinnungszeit ausübe.

Weshalb das Blut in Leichnamen vom Blitz Erschlagener, von solchen, die durch narkotische Gifte, Asphyxie, Erhängen getödtet worden sind, nicht gerinnt, wogegen es in der Pest, nach Vergiftungen durch Vipernbiss u. dergl. ausserordentlich schnell gerinnend gefunden wird, lässt sich aus den bis jetzt bekannt gewordenen Bedingungen nicht erklären.

Die Consistenz des Blutkuchens ist ebenfalls sehr verschieden. Da das *Fibrin* der eigentliche consolidirende Stoff des Blutkuchens ist, so war man lange Zeit und selbst neuerdings nicht abgeneigt, in einer Verschiedenheit der chemischen Constitution desselben die Ursache jener Verschiedenheit zu suchen; allein auch hier sind vorerst äussere und innere mechanische Momente zu berücksichtigen, welche den Blutkuchen bald dichter und compacter, bald weicher und gallertartiger erscheinen lassen. Dazu gehört zunächst die Art des Gefässes, in welchem das Blut gerinnt; in einem flachen Gefässe bildet sich nämlich immer ein weicheres Coagulum, als in einem hohen, engen Gefässe.

Innere mechanische Ursachen nennen wir die Verhältnisse, in denen Blutkörperchen oder Wasser zu der Menge des Faserstoffs stehen. Ist die *Zahl der Blutkörperchen* gering im Verhältniss zur Menge des Faserstoffs, so werden die Molecüle desselben näher aneinandertreten und das Coagulum sich dichter zusammenziehen können. Wenn aber in den anfangs gallertartig ausgeschiedenen Faserstoff eine Ueberzahl Blutkörperchen eingebettet sind, so kann das Fibrin sich bei seiner weitern Consolidirung nicht hinlänglich zusammenziehen, und es wird ein leicht zerreiblicher Blutkuchen entstehen. Da der untere Theil des Blutkuchens überhaupt die meisten Blutkörperchen enthält, so ergiebt sich, warum dieser immer weicher und lockerer, der obere Theil desselben aber immer dichter und zusammenhängender ist. Deshalb findet man den Blutkuchen des cruorreichen Bluts Plethorischer voluminös und weich, während der Chlorotischer klein und fest ist.

Dass auch eine zu grosse Menge *Wasser* die Consistenz des Blutkuchens vermindert, hat hauptsächlich *Nasse* durch directe Versuche sowohl als durch Beobachtungen an krankhaftem, wässrigem Blute dargethan. Es scheint, als ob bei starker Verdünnung der Faserstofflösung die im Anfange der Gerinnung gallertartig ausgeschiedenen Molecüle nicht in hinlänglich genaue Berührung gebracht würden, um

sich dann fester zusammenziehen zu können; deshalb hält in solchen Fällen der Blutkuchen immer sehr viel Serum zurück, und ist daher weich und zerreiblich. Dieser Wasserreichthum mag mit dazu beitragen, dass z. B. das Blutcoagulum junger Thiere weicher als das älterer ist und dass das Blut nach öfteren Blutentziehungen einen weichern Kuchen giebt. Doch sind diese letztern Erfahrungen nicht ohne Ausnahme, so dass gewiss oft auch Einflüsse hinzutreten, welche die Wirkung des Wassers wieder aufheben. Es ergiebt sich übrigens zugleich hieraus, dass man aus dem Volumen des Blutkuchens und des Serums nicht auf das Gewichtsverhältniss zwischen Serum und eigentlichem Coagulum schliessen darf; bei einer solchen Schätzung würde immer zu berücksichtigen sein, ob der Faserstoff bei seiner Verdichtung das Serum auch gehörig ausgepresst hat.

Noch macht *Henle* auf ein mechanisches Moment aufmerksam, welches wenigstens in manchen, wiewohl seltnen Fällen ein weiches leicht zerfliessliches Coagulum bedingen kann; wenn nämlich *Blut in einzelnen Tropfen* langsam ausfliesst, so bildet jeder Tropfen gewissermassen für sich ein Coagulum, welches sich nicht mit dem andrer Tropfen zu einer homogenen und zusammenhängenden Masse vereinigt. *Henle* leitet daher die Unfähigkeit des Menstrualblutes zu gerinnen; allein dasselbe enthält nach *Schmidt's* und meinen eignen Versuchen (s. weiter unten) gar keinen Faserstoff.

Nicht ohne Einfluss scheinen die *Gase* des Bluts auf die Consistenz des Blutkuchens zu sein; ein hellroth gefärbtes sauerstoffreiches Blut giebt ein dichtes, elastisches Coagulum, während in allen den Zuständen der Blutkuchen weich erscheint, wo das Blut reich an Kohlensäure war; daher hauptsächlich bei Asphyxie, wo man gar geneigt war, seine Gerinnbarkeit gänzlich zu läugnen.

Möglich ist es, dass auch *andre Bestandtheile des Bluts* auf die Consistenz der Placenta einwirken; wenigstens zeigt sich bei künstlichen Versuchen mit Salzen, welche die Gerinnung verzögern, dass auch ein weicheres, oft nur gallertartiges Coagulum entsteht; freies oder kohlensaures Alkali könnte also wohl auch die weiche, zerreibliche, oft theerartige Beschaffenheit des Blutkuchens bei putriden Krankheitszuständen verursachen.

Völlig unentschieden muss es zur Zeit noch bleiben, ob in der verschiedenen *chemischen Constitution* des Fibrins ein Grund für die oft so verschiedene physikalische Beschaffenheit des Blutkuchens zu suchen ist. Einige Forscher glaubten, verschiedene Arten Faserstoff

annehmen zu dürfen; des Parafibrins u. s. w. haben wir schon früher Erwähnung gethan; allein chemisch ist ein solches verschieden geartetes Fibrin nicht nachzuweisen; auch sind wir noch nicht logisch gezwungen, ein solches anzunehmen, da die verschiednen Gerinnungsformen des Faserstoffs sich möglicher Weise aus andern zur Zeit noch nicht genügend eruirten chemischen Verhältnissen ableiten lassen. Wenn wir uns daran erinnern, wie durch chemische Mittel das gewöhnliche Eiweiss bald zu einer gallertartig milchigen, bald zu einer flockigen, bald zu einer häutigen Gerinnung disponirt wird, ohne dass es in seiner elementaren Zusammensetzung vorher eine Veränderung erlitten hat: so werden wir wenigstens keine Nothwendigkeit erkennen, den speckartigen Faserstoff der Entzündungshaut als chemisch verschieden von dem krümlich oder flockig ausgeschiedenen des theerartigen Blutes anzusehen.

Die Form des Gerinnsels ist im Wesentlichen von dem bereits oben besprochenen Verhalten der Blutkörperchen abhängig. Wir sahen, dass bei einer gewissen Form die Blutkörperchen geneigt sind, sich mit den platten Seiten in Rollenform an einander zu legen, und dass sie auf diese Weise die sie tragende Flüssigkeitssäule leichter verdrängen, sich gewöhnlich schneller senkten, während eine andre Form jener Zellen, die zackige, gekerbte oder kuglich aufgeblähte, jenes Zusammenkleben verhindert und somit ein längeres Suspendirtbleiben dieser Molecüle bedingt. Von dem verschiedenen *Senkungsvermögen der Blutkörperchen* sind auf einfache Weise die verschiedenen Formen des Blutkuchens abzuleiten.

In ähnlicher Weise übt auch die Schnelligkeit oder Langsamkeit, mit welcher das *Fibrin* sich ausscheidet und consolidirt, einen bestimmten Einfluss auf die Form des Blutkuchens aus. Schon aus der Verschiedenheit dieser nächsten Ursachen ist ersichtlich, wie schwierig im speciellen Falle die Deutung der entferntern Ursachen einer bestimmten Form der Placenta sein wird. Berücksichtigen wir hier nur die beiden nähern ursächlichen Momente: Gerinnungsdauer des Fibrins und Senkungsfähigkeit der Blutkörperchen, so sind es besonders zwei Fälle, die eine verschiedene Gestaltung des Blutkuchens bedingen, nämlich verhältnissmässig *schnelle Gerinnung des Faserstoffs bei geringer Neigung der Körperchen zusammenzukleben* und *langsame Gerinnung des Fibrins bei schleunigem Senken der Körperchen.*

Henle hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die rothen Sedimente von Blutkörperchen, welche sich oft neben einem dichten

Blutkuchen aus dem Blute absetzen, hauptsächlich daher zu leiten sind, dass der Faserstoff schneller gerinnt und sich zusammenzieht, ehe die Blutkörperchen Rollenform erlangt haben; bei der Contraction des gallertartig gewordenen Fibrins wird nämlich ein grosser Theil der lose an einander hängenden oder ganz isolirten Blutkörperchen wieder ausgepresst, die dann auf einige Zeit das Serum roth und trübe machen, bis sie sich als jenes erwähnte, leicht wieder aufzurührende Sediment abscheiden. *Zimmermann* hat diese Ansicht *Henle's* durch mikroskopische Untersuchung des rothen Niederschlags bestätigt, und überdem gefunden, dass neben diesem Sedimente immer ein ziemlich kleiner, aber sehr dichter Blutkuchen vorkommt; ein Beweis, dass des Faserstoffs Gerinnung einen wichtigen Antheil an jener Erscheinung hat.

Bei weitem häufiger werden die umgekehrten Verhältnisse im krankhaften und selbst manchmal im gesunden Blute beobachtet, nämlich eine starke Senkungsfähigkeit der Körperchen neben langsamem Gerinnen des Faserstoffs. Man muss sich hierbei immer daran erinnern, dass die extremen Fälle die seltensten sind, und dass beide Eigenschaften höchst relativ sind; denn einmal kann sich das Fibrin ganz wie gewöhnlich bei mittlerer Gerinnungsdauer zusammenziehen und nur das Sinken der Körperchen ist beschleunigt; während im andern Falle die Körperchen sich nicht schneller als gewöhnlich senken, der Faserstoff aber sehr langsam gerinnt; der Erfolg wird in beiden Fällen ziemlich derselbe sein. Schon am normalen Blutkuchen lässt sich der Einfluss jener beiden Momente wahrnehmen; wir finden nämlich, dass der untere Theil des Kuchens immer dunkler gefärbt und weicher ist, als der obere; diess rührt allerdings nur zum Theil daher, dass im untern Theile sich mehr Blutkörperchen, die sich früher gesenkt hatten, als in dem obern befinden, denn die lichte Färbung des obern Theils ist einerseits von dem Zutritte des Sauerstoffs abzuleiten und andrerseits von der grössern Menge darin befindlicher farbloser Blutkörperchen, die, obgleich sie auch vermöge ihrer Klebrigkeit in Gruppen zusammentreten, doch wegen ihrer kuglichen Beschaffenheit sich nicht so innig berühren und wegen ihrer Leichtigkeit sich nicht so bald senken können, wie die rothen Körperchen. Wenn die rothen Körperchen frischen Blutes sich schon etwas gesenkt haben, ehe der Faserstoff gelatinirt, so wird der in jener obersten Flüssigkeitsschicht gerinnende Faserstoff keine rothen Körperchen einschliessen können und demnach auf dem nachmals entstehenden Blutkuchen eine unge-

färbte Cruste bilden müssen. Da diese Cruste nur wenig fremdartige Elemente einschliesst, so kann der sie constituirende Faserstoff sich dichter contrahiren, als der darunter befindliche, in welchem die Blutkörperchen eingebettet sind. Diese Cruste wird daher nicht nur einen kleinern Querdurchmesser erlangen, als der rothe Blutkuchen, sondern sie muss auch durch ihre Contiguität mit dem letzteren dessen Ränder hervorziehen, indem sie selbst eine Concavität auf der Placenta bildet. Diese concave, meistens sehr feste und gelblichweisse Speckhaut ist die gewöhnlichste; sie wird hauptsächlich in venösem Pferdeblute und in entzündlichem Blute, auch zuweilen in dem während der Verdauung entleerten Blute von Menschen beobachtet. In manchen krankhaften Zuständen wird auch eine plane oder convexe Speckhaut gefunden; diese ist weich und graulichweiss; es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Beschaffenheit nicht blos von der geringern Contractilität des ausgeschiedenen Fibrins herrührt, sondern auch davon, dass in jener Cruste eine Ueberzahl farbloser Blutzellen und Fettbläschen eingeschlossen ist.

Obgleich es kaum noch weiterer Gründe für diese Erklärungsweise der Bildung einer Faserhaut bedarf, so haben doch *J. Müller*, *H. Nasse* und *Henle* noch durch besondre Versuche die Richtigkeit dieser Anschauungsweise dargethan; diese Forscher erzeugten aus nicht faserhäutigem Blute künstlich eine Speckhaut, indem sie entweder solche Mittel anwendeten, welche die Senkung der Blutzellen beschleunigen, oder solche, welche die Gerinnung des Fibrins verlangsamen. *Nasse* fand übrigens bei der Vergleichung verschiedenen Thierbluts sowohl als bei genauer Beobachtung krankhaften faserhäutigen Bluts die Regel, dass die Zeit, in welcher die Blutkörperchen sich senken, in umgekehrtem Verhältnisse zu der steht, in welcher das Fibrin gerinnt. Indessen wurde von *Nasse* und Andern nicht selten auch schnell gerinnendes Blut gefunden, welches doch eine Speckhaut bildete; diese Fälle bilden jedoch insofern keine Ausnahme von der Regel, als sie nur beweisen, dass hier das Senken der Körperchen noch schneller von Statten ging, als die Gerinnung des Fibrins.

Ganz unerwähnt dürfen wir einige Verhältnisse nicht lassen, welche die Bildung einer Speckhaut zwar nicht allein bedingen, aber doch mit andern Momenten gleichzeitig darauf hinwirken können. Hierher gehört zuerst die *Form des Gefässes*, in welchem man das Blut gerinnen lässt. In einem hohen, schmalen Gefässe werden die Blutkörperchen sich früher vom Niveau der Flüssigkeit entfernen und

demnach einen Theil Faserstoff ohne sie gerinnen lassen, als in einem weiten und flachen; deshalb gibt oft stark faserhäutiges Blut in einer flachen Schüssel keine Speckhaut, während ein für nicht faserhäutig gehaltenes Blut in einem engern Cylinder eine Faserhaut bildet.

Ein andres zur Bildung jener Haut beitragendes Moment ist die *Zahl der Körperchen*. Sind bei starkem Senkungsvermögen dieselben nur in geringerer Menge vorhanden, so wird sich leichter eine Speckhaut bilden als bei zahlreichen Blutkörperchen. Deshalb giebt das Blut vom zweiten oder dritten Aderlasse weit häufiger eine Speckhaut, als das vom ersten, darum auch das cruorärmere Blut Anämischer und Schwangerer öfter, als das Blut wohlgenährter und nicht schwangerer Personen.

Dass eine *übergrosse Menge Fibrin* die Bildung der Faserhaut bedinge, war früher allgemein gültige Ansicht; man nannte sie deshalb auch, da die Fibrinzunahme gewöhnlich gleichen Schritts mit der Entzündung einhergeht, Entzündungscruste. Dass die Menge des Fibrins einen Einfluss auf die Dicke der Speckhaut ausübe, ist wohl nicht in Abrede zu stellen, allein das einzige disponirende Moment kann sie niemals sein; denn wie oft beobachtet man sehr faserstoffreiches Entzündungsblut, welches keine Kruste bildet, während, erwähntermassen, das faserstoffärmere Blut in manchen chronischen Affectionen eine solche erzeugt.

Man muss also auch hier, um die Gestaltung des Blutkuchens im speciellen Falle zu deuten, auf sehr verschiedene nähere und entferntere, mechanische und chemische Ursachen zurückgehen. Für die Semiotik werden sich daher die Beobachtungen der mechanischen Verhältnisse des Blutkuchens nur insofern verwerthen lassen, als man im besondern Falle (am Krankenbette) gehörig zu specialisiren versteht und nicht nach Zeichen sucht für ganze Familien oder Gruppen künstlich ausgedachter Krankheitsformen.

Ehe wir zu weiterer Betrachtung der in der Intercellularflüssigkeit wahrhaft gelösten Stoffe übergehen, müssen wir noch einiger Stoffe Erwähnung thun, welche selbst nach Abscheidung des Faserstoffs und der Blutkörperchen noch in der Blutflüssigkeit, d. h. im eigentlichen Blutserum, suspendirt bleiben.

Eine milchige *Trübung des Serums* wollen *Hewson* und *Thomson* in dem einige Stunden nach genossener Mahlzeit gelassenen Blute gefunden haben; bei Thieren, fleischfressenden und pflanzenfressenden, deren Blut ich verschiedene Zeit nach Aufnahme der Nahrungsmittel untersuchte, ist mir nichts dem ähnliches vorgekommen. Nach längerm Hungern pflegt, wie *Hewson* und *Magendie* behaupten, das

Serum ebenfalls ein milchiges Ansehn zu erlangen. *Nasse* fand bei Schwangern ein milchiges Serum häufiger als sonst. Am häufigsten, jedoch keineswegs immer, beobachtet man bei Säufern ein opalisirendes bis milchweissgetrübtes Serum. Die Trübungen pflegen von suspendirtem *Fett* herzurühren, von dessen Gegenwart man sich leicht durch die mikroskopische Untersuchung oder durch Schütteln des Serums mit Aether überzeugen kann.

Zimmermann hat auf eine Art trüben Serums aufmerksam gemacht, die er im Blute bei entzündlichen Zuständen antraf; die Trübung rührte hier von sehr kleinen, dunkeln Partikeln, sg. Molecularkörnchen, her; *Zimmermann* wurde dadurch veranlasst, ein besonderes Molecularfibrin anzunehmen; *Scherer* dagegen, der ähnliche Trübungen beobachtete, ist geneigter, jene Körnchen für ausgeschiedenes Eiweiss zu halten, eine Ansicht, die ich wenigstens in allen den Fällen, wo ich eine Trübung durch Molecularkörnchen beobachtete, bestätigt gefunden habe; die Trübung verschwand nämlich auf Zusatz neutraler Alkalisalze, das Serum reagirte nur schwach alkalisch, so dass man hier, wie *Scherer*, nur annehmen konnte, dem Natronalbuminat des Blutes sei hier auf irgend eine Weise etwas Alkali entzogen worden, so dass ein Theil des *Albumins* sich in Form feinster Körnchen als alkalifreies Albumin ausgeschieden hatte (vergl. Th. 1. S. 341).

Zuweilen rührt auch die Trübung des Serums von noch suspendirten *farblosen Blutzellen* her, wie ich diess im Blute kranker, mit Ausschlägen behafteter Hunde mit *Pieschel* beobachtet habe.

Wenn das physikalische Verhalten frischen, aus der Ader entleerten, krankhaften Blutes dem Arzte von hohem Interesse war, so konnte auch die Beschaffenheit des Blutes in Leichen, namentlich in Bezug auf Gerinnungsweise, Farbe und Consistenz, den Pathologen nicht ohne Bedeutung seiu. So sehr wir auch die aus Untersuchungen dieser Art entsprossene Krasenlehre als eine Missgeburt der sg. pathologisch-anatomischen Richtung perhorresciren, so müssen wir doch den Werth der feinen Beobachtungen eines *Rokitansky* und *Engel* anerkennen. Die scharfsinnigen Verknüpfungen, welche namentlich *Engel* zwischen der Beschaffenheit des Leichenbluts und dessen Imbibition in die Gewebe, dessen Anhäufung in einzelnen Organen und der daraus abgeleiteten Beschaffenheit einzelner Gewebe, sowie der Natur und Ausdehnung der vorangegangenen Exsudate oder Transsudate hergestellt hat, beweisen am besten, dass auch die nähere chemische Untersuchung dieser Objecte zu Hoffnungen weiterer wissenschaftlicher Ausbeute berechtigt. Leider aber hat sich noch kein intelligenter Chemiker zur Untersuchung dieses Gegenstandes veranlasst gefunden. Wir halten es daher hier nicht für ganz überflüssig, nach *Rokitansky's* und *Engel's* Untersuchungen, die nach den oben berührten physi-

schen Eigenschaften unterschiedene Blutarten der Leiche in 6 Gruppen zusammenzustellen.

1) Durch Dickflüssigkeit, rothbraune Farbe und Gerinnbarkeit zeichnet sich eine Art von Leichenblut aus, welche vielleicht noch am meisten für eine gewisse Krankheitsgruppe characteristisch ist; denn es wird nur in den Leichnamen solcher gefunden, die an heftigern Entzündungen (mit Ausnahme von entzündlichen Affectionen des Hirns und Rückenmarks) verstorben sind. Solches Blut färbt sich an der Luft heller roth, gerinnt nur in den grössern Gefässen, während es in den kleinern und den Capillaren dünnflüssig bleibt; die Blutgerinnsel, welche sich ebensowohl im Herzen und den grössern Arterien als in den grössern Venen finden, sind fast immer compact und dunkelbraunroth. Die Dickflüssigkeit dieses Bluts ist die Ursache, dass es sich weniger als jedes andere Blut in die Gewebe infiltrirt. Bemerkenswerth ist übrigens, dass sich neben den genannten Blutgerinnseln im Herzen und in den grössern Gefässen niemals Fibrincoagula vorfinden; wenn solche vorhanden sind, so trifft man sie in den Gefässen mittlerer Weite, in den Haargefässen aber niemals.

2) Dickflüssig, schmutzigbraunroth, nicht geronnen und niemals Fibrincoagula abscheidend findet man das Blut in acuten Krankheiten des Hirns und Rückenmarks.

3) Ein dickflüssiges, ungeronnenes und nicht gerinnbares, blau- und schwarzrothes Blut, welches unter begünstigenden Verhältnissen zuweilen Fibrincoagula im Herzen und den grössten Gefässen abscheidet, ist sicher nicht der Character einer und derselben Blutmischung; denn nach sehr verschiedenen, einander selbst ausschliessenden Krankheiten findet man so beschaffenes Blut in der Leiche, nämlich nach Plethora (von Herzkrankheiten bedingt), Typhus, acuter Tuberculose, narkotischen- und Bleivergiftungen, Cholera, plötzlich auftretenden profusen Schweissen oder Diarrhöen.

4) Ein dünnflüssiges, blassrothes oder zinnoberrothes, nicht gerinnbares Blut, welches trotz seiner Dünnflüssigkeit sich nicht leicht in die Gewebe imbibirt, aber oft sehr starke Fibrincoagula in den grösseren Gefässen abzusetzen pflegt, gehört ebenfalls keiner besondern Blutmischung an; denn es findet sich nach den verschiedensten Krankheitszuständen, wenn in Folge starker Säfteverluste das Blut eine wässrige Beschaffenheit angenommen hatte; daher nach häufig wiederholten Aderlässen, Blutflüssen, bedeutenden Exsudaten, langsam verlaufenden Diarrhöen und Schweissen, in der dem Typhus und acuten Exanthemen folgenden Anämie so wie endlich bei Atrophia senilis.

5) Ein dünnflüssiges, blauschwarzes, nicht gerinnbares Blut, welches von den grossen Gefässen bis in die kleinsten und zwar in grosser Menge verbreitet ist, sich sehr leicht in die verschiedensten Gewebe imbibirt und nirgends Fibrincoagula abscheidet, wird bei Klappenfehlern des Herzens gefunden.

Eine genaue Analyse solchen Blutes, verglichen mit der Constitution des Bluts im lebenden Körper während des Eintrittes der verschiedenen Erfolge der mechanischen Erschwerung der Respiration, z. B. Plethora, Hämorrhoiden, Leberaffection, Hydrops, verspricht sicher die glänzendsten Resultate für Aufklärung des mechanischen und chemischen Stoffwechsels im Thierkörper.

6) Endlich lässt sich noch eine Art Leichenbluts unterscheiden, welches dünnflüssig, nicht coagulirbar und schmutzigbräunlich gefärbt ist; dieses scheidet

nie Fibrincoagula aus, imbibirt sich leicht in die Gewebe, wird aber meist in geringerer Menge und zwar am wenigsten im Herzen und in den grossen Gefässen gefunden, während es sich in den Capillaren anhäuft. Solches Blut findet man bei eigentlichen Zersetzungen oder Entmischungen des Bluts z. B. bei Pyämie, Puerperalfieber, Scorbut u. s. w.

Was die Abscheidung jener polypösen Fibringerinnsel (und zwar aus meist sehr faserstoffarmen, nicht gerinnbarem Blute) betrifft, so ist man über deren nächste Entstehung noch keineswegs im Klaren; man weiss nur soviel, dass durch Schwäche oder mechanische Hindernisse kurz vor dem Tode bedingte Verlangsamung der Circulation die Abscheidung jener Massen begünstigt; daher besonders nach längerer Agonie. Die rein localen Fibringerinnsel bei Aneurismen, Obliteration der Venen, Phlebitis weisen ebenfalls auf diese Erklärungsweise ihrer Bildung hin.

Wir gehen nun zu den wirklich aufgelösten chemischen Bestandtheilen des Serums über; unter diesen wird unsre Aufmerksamkeit zuerst auf das Albumin gelenkt. Da von diesem Stoffe in seinen mannichfachen Beziehungen zu andern Proteïnkörpern und zu den übrigen Bestandtheilen des Blutes schon im 1. Th. S. 351 ausführlicher die Rede gewesen ist, so haben wir nur nachträglich einiges über denselben hinzuzufügen. Eine oft aufgeworfene Frage ist die, ob das Albumin in verschiedenen Gefässen, unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen und bei verschiedenen pathologischen Zuständen immer identisch ist. Aus physiologischen, ja schon aus logischen Gründen möchte man jene Frage verneinen, obwohl die Chemie nur wenig Aufschluss hierüber zu geben vermag. Wir haben zwar im 1. Th. S. 340 gesehen, dass manche Modificationen in den Eigenschaften des Albumins von dem verschiedenen Alkali- oder Salzgehalte desselben bedingt werden, allein hierbei ist immer der organische Complex des Albumins derselbe geblieben. Solche nur durch eine Vermehrung oder Verminderung des Alkaligehalts bedingte Verschiedenheiten des Albumins, d. h. neutrales, basisches und saures Natronalbuminat, finden wir selbst im normalen Zustande, namentlich im Blute verschiedener Gefässe; die Lösung des neutralen Natronalbuminats trübt sich auf Zusatz von Wasser; diese Verbindung kommt nicht blos in krankhaftem Blute vor, (worauf *Scherer* zuerst aufmerksam gemacht hat), sondern auch im Blute verschiedener Gefässe; so im Milzvenenblute; hier dürfte, abgesehen von andern Umwandlungen, welche das Blut in der Milz erleidet, ein Theil basisches Natronalbuminat durch die freie Säure, die wir in der Milzpulpa finden, gesättigt werden und so die neutrale Verbindung hergestellt worden sein. Das Pfortaderserum trübt sich wiederum weniger auf Zusatz von Wasser, als das der Milzvenen; dagegen wird das der Lebervenen durch Wasser sehr stark getrübt; auch hier ist wohl dem

Albumin der Pfortader ein Theil Alkali entzogen worden, der mit zur Gallenbildung verwendet wurde.

Nach *Scherer's* Vorgange mus man auch die verschiedene Form, in welcher das Albumin beim Sieden gerinnt, als bedingt durch den grössern oder mindern Gehalt an Alkali ansehen (vergl. Th. 1. S. 341): allein oft geschieht es, dass, wenn man auch, um eine vollständige und zur Filtration geeignete Fällung des Albumins zu erzielen, die alkalische Flüssigkeit neutralisirt oder schwach angesäuert hat, dennoch das Albumin eines Blutes sich schwerer in Flocken sammelt und filtrirbar wird, als das eines andern; so fand ich constant, dass das Albumin des Lebervenenblutes weit langsamer, oft erst nach stundenlangem Sieden sich zusammenballte, während das der Pfortader und andrer Venen, so wie auch das der Arterien nach Zusatz von Säure sehr bald beim Kochen gerann und sich in der vollkommen klargewordenen Flüssigkeit zu Boden senkte.

Da, wie schon öfter erwähnt, die gewöhnliche chemische Untersuchung und besonders die Elementaranalyse uns bei Aufsuchung von wesentlichen Verschiedenheiten in den Proteïnkörpern noch so sehr im Stich lässt, so hat *C. Schmidt*[1]) den genialen Gedanken gehabt, gährungsfähige oder leicht zersetzbare Substanzen mit den Blutbestandtheilen unter übrigens günstigen Bedingungen in Contact zu bringen, und so Zucker, Harnstoff, Amygdalin, Asparagin u. dergl. als Prüfungsmittel auf die Gegenwart gewisser Modificationen des Albumins zu benutzen; er gelangte aber bis jetzt nur zu dem Resultate, dass in den Blutzellen eines gesunden Menschen (nicht in der Intercellularflüssigkeit) ein Stoff enthalten sei, der als Selbstentmischungsproduct Zuckerferment, und ein anderer, der Harnstofffferment liefert; in Krankheiten, z. B. in der Cholera, ist bald das eine, bald das andere Ferment in höherem Grade vermehrt.

Von den Fetten des Serums ist ebenfalls bereits (im 1 Th. S. 256 und 287) ausführlicher die Rede gewesen; wir haben daher hier nur zu bemerken, dass sich im Serum nur wenig freie Fette vorfinden, dagegen sehr viel verseiftes Fett und dann constant noch die krystallisirbaren Lipoïde: Cholesterin und Serolin; phosphorhaltige Fette sind dagegen im Serum nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Dass die Menge des Fetts im Allgemeinen ebensowohl als die einzelnen Fettarten in verschiedenen Venen und unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen höchst variabel ist, werden wir aus speciellen Zahlenangaben ersehen. Dem Fette der Blutkörperchen gegenüber ist das des Serums meistens leicht krystallisirbar, weniger schmierig und farblos, an Menge tritt es gegen das der Blutkörperchen erheblich zurück. Der Unterschied in dem Gehalte der Intercellularflüssigkeit an Fett und dem in den Blutkörperchen ist aus der oben angeführten Uebersicht über die quantitative Vertheilung der einzelnen Blutbestand-

1) *C. Schmidt*, Characteristik der Cholera. S. 57—68.

theile auf Körperchen und Intercellularflüssigkeit ersichtlich. Wir heben daher nur noch hervor, dass sich dem Faserstoffe eine nicht unbedeutende Menge Fett beigesellt, die man oft als dem Fibrin ganz eigenthümlich angesehen hat. *Virchow*[1]) fand im venösen Fibrin des Menschen 2,50 bis 2,76% mit Alkohol und Aether extrahirbares Fett, *Schmid*[2]) im Fibrin der Jugularvene der Pferde 4,21 bis 5,04%, in dem der Pfortader 7,37 bis 8,72%, ich in der Speckhaut venösen Pferdebluts 2,154, in der arteriellen Pferdebluts = 2,168% Fett.

Es ist eine für die Physiologie gewiss nicht unwichtige Frage, ob das aus dem Fibrin ausziehbare Fett diesem Stoffe ganz eigenthümlich und in chemischer Verbindung mit demselben sei oder ob es ihm nur zufällig, d. h aus rein mechanischen Ursachen, beigemengt gefunden werde. Nach *Berzelius'* Vorgange ist man gewöhnlich geneigt gewesen, die erste Frage zu bejahen und jenes Fett als besonderes Faserstofffett zu betrachten, welches sogar durch einen Stickstoffgehalt sich vor andern Blutfetten auszeichnen sollte: allein eine nähere Erwägung namentlich der Herstellungsweise des Fibrins leitet zu gegründeten Zweifeln an der Richtigkeit jener Behauptung; denn man erinnere sich nur der Bereitungsweise des Fibrins und der Beimengungen, welche es stets enthält; das Fibrin muss nothwendiger Weise bei seiner spontanen Gerinnung ausser den Blutkörperchen auch andere im Blute nur suspendirte Theile, zuweilen feinste Fettbläschen, immer aber farblose Blutzellen mit nieder reissen und einschliessen. Wird dann das Fibrin durch Auswaschen des Blutkuchens erhalten, so bleibt der granulöse Inhalt mancher gefärbten Blutzellen, der grösstentheils aus Fett besteht, neben den Hüllen jener beim Faserstoff zurück; dass viel farblose Blutzellen dem Fibrin beigemengt sind, wissen wir aus dem frühern (Th. 1. S. 362); diese enthalten aber absolut und relativ mehr Fett noch als die gefärbten Zellen; wir wagen ferner nicht die Möglichkeit in Abrede zu stellen, dass aus dem (im Blutkuchen eingeschlossenen) Serum durch die starke Verdünnung mit Wasser saure fettsaure Salze unlöslich gemacht werden. Wir haben wenigstens demnach eine Menge möglicher Quellen, von denen der Fettgehalt des Faserstoffs abgeleitet werden könnte und in der That zum Theil auch abgeleitet werden muss. Es käme also zur Entscheidung dieser Frage nur darauf an, zu wissen, ob dieses Faserstofffett specifisch verschieden ist von den Fetten andrer Blutbestandtheile. Diess scheint uns aber nicht; denn soweit *Virchow's* und meine eignen Untersuchungen über dieses Fett reichen, sind im Faserstoff nur solche Fette enthalten, welche auch dem einen oder dem andern Blutbestandtheile anzuhaften pflegen. *Virchow* fand in der Asche dieses Fetts viel sauren phosphorsauren Kalk; die übrigen Reactionen des Fetts sprechen ebenfalls ganz für die Anwesenheit glycerinphosphorsauren Kalks, von dem wir gesehen haben, dass er besonders den farbigen Blutzellen eigenthümlich ist; ausserdem ist im Faserstofffett eine saure Ammoniakseife enthalten, welche

1) *Virchow,* Zeitschr. f. rad. Med. B. 4. S. 266—293.
2) *Schmid,* Heller's Arch. Bd. 4. S. 322.

möglicher Weise durch die Verdünnung des Serums in den Faserstoff gelangt sein kann; was die unverseifbaren Fette betrifft, so sind diese sehr wenig bekannt, so dass von diesen aus die obige Frage weder bejaht noch verneint werden kann. Cholesterin hat *Virchow* im Fibrin vom Menschen nicht gefunden, dagegen habe ich es im Fibrin vom Pferde durch Winkelmessung nachzuweisen vermocht. Dieses dürfte auch aus dem Serum abzuleiten sein. Es geht hieraus wenigstens soviel hervor, dass man bis jetzt nicht berechtigt ist, dem Faserstoffe eigenthümliche Fette zu vindiciren. Vielleicht könnte man auf die auch von *Virchow* gefundene saure Reaction des Faserstofffetts bei Beantwortung der obschwebenden Frage einen Werth zu legen geneigt sein; allein abgesehen davon, dass auch das Fett der farbigen Blutzellen stark sauer reagirt, so ist diese Erscheinung aus zwei Gründen leicht zu erklären: erstens müssen diese Fette, da sie fettsaure Salze enthalten, saure Reaction annehmen, sobald nicht ein ganz reiner Aether (frei von Essigsäure, Aldehydsäure u. s. w.) angewendet worden ist; ja ich bin einigen Versuchen nach sehr geneigt zu glauben, dass die Umwandlung des Aethers in Säuren durch die thierischen Substanzen bei längerer Digestion mit demselben sehr befördert wird. Andrerseits kann aber die saure Reaction jener Fette um so weniger Wunder nehmen, als die, mit dem Fibrin durch Wasser gefällten, fettsauren Salze saure Salze sind, durch welche namentlich beim Schmelzen flüchtige (d. h. zugleich sauer reagirende) Fettsäuren aus ihren Verbindungen mit Basen ausgetrieben werden. Man findet nämlich in diesen Fetten, sowohl denen des Fibrins als denen der Blutkörperchen, constant flüchtige Fettsäuren: Essigsäure (die wohl von der Umwandlung des Aethers herrühren kann), und wenigstens eine Säure, die mit Baryt ein in schönen Blättchen krystallisirendes Salz giebt; dieselbe gehört unstreitig der Gruppe der eigentlichen flüchtigen Fettsäuren an.

Von den Extractivstoffen des Serums ist es wohl besser gänzlich zu schweigen, als die fragmentarischen, unschlussfertigen Thatsachen zusammenzustellen, die man bis jetzt darüber gesammelt hat (vergl. Th. 1. S. 328). Schon die Physiologie des Stoffwechsels im Blute lässt es errathen, dass in der Intercellularflüssigkeit bei weitem mehr Extractivstoffe enthalten sind, als in den Blutzellen; diess bestätigt auch die directe Untersuchung; denn es finden sich im Serum relativ und absolut mehr solcher Stoffe, als in den Zellen desselben Blutes, wie schon aus der oben angeführten Uebersicht über die Zusammensetzung des Blutes ersichtlich ist.

Unter diesen Extractivstoffen des Blutes und des Serums insbesondere waren bisher eine Anzahl Stoffe verborgen, die entweder erst in neuerer Zeit entdeckt worden sind, oder die man bisher im Blute aufzufinden nur nicht vermocht hatte. Dahin gehört zuerst der Zucker. Dieser ist erst vor Kurzem durch *C. Schmidt*[1]) mit Be-

1) *C. Schmidt*, Characteristik der Cholera u. s. w. S. 161—164.

stimmtheit als integrirender Bestandtheil des normalen Blutes von Rindern, Hunden, Katzen, kranken und gesunden Menschen nachgewiesen worden. Bereits aber ist erwähnt worden, dass ich, in Folge der *Bernard*'schen Entdeckung von Zucker in der Leber, im Pfortaderblute wenig oder keinen Zucker, dagegen im Blute der Lebervenen mehrmals die 10- bis 12fache Menge Zucker aufgefunden habe.

Das Verfahren zur Auffindung des Zuckergehalts im Blute ist sehr einfach: frisch aufgefangenes und defibrinirtes Blut wird mit dem 8- bis 10fachen Volumen Alkohols allmählig unter heftigem Umrühren versetzt, das Coagulum mit heissem Alkohol ausgesüsst, und der Alkohol der filtrirten Flüssigkeit abgetrieben, der Rückstand weiter concentrirt und dann mit stärkerem Alkohol extrahirt, wodurch der grösste Theil der Salze beseitigt wird; ein Theil der alkoholischen Flüssigkeit wird nun mit alkoholischer Kalilösung versetzt, wodurch Zuckerkali und etwas Extractivstoff gefällt wird; die gefällten Flocken ballen sich auf dem Filter bei Luftzutritt zusammen; man löst sie dann in Wasser und kann durch die *Trommer*'sche Probe qualitativ und nach *Fehling* auch quantitativ den Zucker nachweisen. Ein andrer Theil der salzarmen alkoholischen Lösung wird verdunstet, in Wasser gelöst, mit Hefe versetzt und aus der entwickelten Kohlensäure die Menge des Zuckers berechnet (vergl. Th. 1. S. 296).

Andere Stoffe, welche im Serum normalen Blutes vorkommen, sind Harnstoff (vergl. Th. 1. S. 170), Harnsäure (Th. 1. S. 222 und 224) und Hippursäure. Letztere ist einer vorläufigen Mittheilung zufolge von *Verdeil* und *Dollfuss*[1]) zu Giessen im Blute der Rinder entdeckt worden. Dass Kreatin und Kreatinin im Blute vorkommen, ist zwar durch directe Untersuchung noch nicht nachgewiesen worden, allein aus dem gleichzeitigen Vorkommen beider Stoffe in der Muskelflüssigkeit und im Harne lässt sich dieses wohl mit Recht schliessen.

Ob im normalen Blute Gallenstoffe, namentlich die Gallensäuren, präformirt vorkommen, lässt sich (wie wir oben S. 75 nachgewiesen haben), durch unsre jetzigen Mittel keineswegs entscheiden; aus theoretischen Gründen dünkte uns aber deren Vorkommen unwahrscheinlich.

Ueber die Farbstoffe des normalen Serums ist man noch völlig im Unklaren (vergl. Th. 1. S. 307).

Eine schwach gelbliche Färbung ist dem normalen Serum eigenthümlich, vom Gallenpigment hängt diese sicherlich nicht ab, da wenigstens die bekannten, augenfälligen Reactionen des Cholepyrrhins mit den Extracten des Serums nicht eintreten. In Krankheiten kommt mit und ohne Trübung oft auch intensivere, gelbe Färbung des Serums vor; diese rührt entweder vom Gallenpig-

1) *Verdeil* und *Dollfuss*, Compt. rend. T. 30. p. 510 und 657—660.

ment her, welches nicht blos bei Icterus, sondern auch zuweilen bei Pneumonien im Blute nachweisbar ist, oder von einer Vermehrung des erwähnten, noch kaum gekannten Serumpigmentes (auch bei entzündlichen Processen am häufigsten zu bemerken) oder endlich von suspendirten Blutkörperchen. *Schultz* ist der Ansicht, dass auch Hämatin im Serum gelöst vorkommen könne, wenn bei geringem Salzgehalte des Blutes der Inhalt der Blutzellen im Serum diffundirte. Solche Fälle möchten wohl sehr selten sein.

Ueber die dem Serum eigenthümlichen Salze haben wir nach dem, was bereits früher über dieselben mitgetheilt worden ist, nur wenig zu erwähnen (vergl. Th. 1. S. 441 und Th. 2. S. 179). Wenn in den Blutkörperchen Phosphate und Kalisalze vorherrschend waren, so finden wir in dem Serum Natronsalze und hauptsächlich Chlornatrium in überwiegender Menge; durchschnittlich finden wir auch in dem Serum weit mehr Salze, als in den Blutzellen (nach Abrechnung des Eisengehalts). Schwefelsaure und kohlensaure Alkalien gehören ebenfalls hauptsächlich der Intercellularflüssigkeit an.

Ehe wir die qualitative Untersuchung des Blutes verlassen, können wir nicht umhin, noch des eigenthümlichen dem Blute adhärirenden Geruchs Erwähnung zu thun, welcher insbesondre beim Vermischen des Bluts mit einer grössern Portion (1½fachen Vol.) Schwefelsäure hervortritt. *Barruel*[1]) glaubte gefunden zu haben, dass das Blut jeder Thierart ein ihm eigenthümliches riechbares Princip besitze und dem Geruche der Haut- oder Lungenausdünstung desselben Thiers entspreche. Diese und mehrere andere zum Zwecke medico-forensischer Untersuchung aufgestellte Behauptungen *Barruel's* haben sich nicht vollkommen bestätigt gefunden; insbesondere hat *Schmidt*[2]) dieselben einer sorgfältigen Experimentalkritik unterworfen; er fand die eigenthümlichen Gerüche in durchaus unverkennbarer Weise nur beim Blute der Ziege, des Schaafes und der Katze hervortreten, während bei dem Blute andrer Thiere sich nach jenem Verfahren wohl ein Geruch entwickelt, dessen specifischer Character jedoch keineswegs entschieden hervortritt.

Nach *Barruel* ist das riechbare Princip des Blutes bei jeder Thierart im männlichen Geschlechte hervortretender als im weiblichen; es lässt sich übrigens auch aus dem Serum entwickeln, scheint also diesem anzugehören. Die Entwicklungsweise dieses Geruchs lehrt übrigens, dass wir es hier mit flüchtigen Säuren zu thun haben, die denen der Buttersäuregruppe angehören oder wenigstens sehr nahe stehen.

---

1) *Barruel*, Ann d'Hygiène publique No. 6. 1829.

2) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke in Criminalfällen. Mitau u. Leipzig 1848. S. 19.

Was wir oben im Allgemeinen über die Analyse thierischer Flüssigkeiten bemerkt haben, gilt insbesondere und in hohem Grade von der Analyse des Bluts. Ein möglichst kurzer, kritischer Ueberblick über die zur Analyse des Bluts befolgten Verfahrungsweisen wird das dort Ausgesprochene rechtfertigen.

Als einen der wichtigsten Mängel der Analyse erkannte man wohl allgemein den an, dass die erste und wichtigste physiologische Frage, das quantitative Verhältniss zwischen frischen Blutkörperchen (mit ihrem feuchten Inhalte) und dem eigentlichen Plasma betreffend, nach dem bisherigen Stande der chemischen Technik nicht beantwortet werden konnte. Man musste sich daher dabei beruhigen, wenigstens die festen, coagulablen und unlöslichen Bestandtheile der Blutkörperchen annähernd zu bestimmen; wir sagen annähernd; denn auch die Bestimmungsmethoden der unlöslichen Stoffe der Blutzellen haben theilweise nur relativen Werth; die Mengen derselben werden gewöhnlich nicht direct gefunden, sondern aus mehreren Bestimmungen berechnet; übrigens musste der Urheber jeder indirecten Bestimmungsweise der Blutkörperchen eingestehen, dass seine Methode selbst für die hypothetisch trocknen Blutzellen nie ein vollkommen richtiges Resultat geben könne, da man nach keiner dieser indirecten Methoden genau anzugeben im Stande war, wieviel von den im Blutkuchen eingeschlossenen Serumbestandtheilen den Blutkörperchen noch inhärirten und somit als solche berechnet worden seien. Der schlimmste Fehler aller Blutanalysen ist aber der, dass jede Methode solche Mängel hat, welche sich nicht in jedem Falle gleich bleiben; d. h. der anerkannte und zugegebene Fehler in jeder analytischen Methode ist eine variable Grösse, so dass selbst die vergleichenden nach einer und derselben Methode ausgeführten Blutanalysen, auf welche sich namentlich die französischen Forscher so viel zu Gute thun, für die Physiologie und Pathologie nur einen sehr untergeordneten Werth haben und zu der äussersten Vorsicht in etwa darauf zu begründenden Schlussfolgerungen auffordern. Wir müssen mit Wehmuth bekennen, dass wir auch heute noch die Analysen des Bluts für die unreinlichsten und darum unzuverlässigsten Untersuchungen in der ganzen analytischen Chemie halten. Es ist daher um so verdienstvoller, dass man (wie *Hinterberger* unter *v. Gorup-Besanez*[1]) Leitung) angefangen hat,

---

1) *Hinterberger* und *v. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Med. Bd. 8. S. 603—618.

die Zuverlässigkeit der verschiedenen Methoden der Blutanalyse experimentell zu prüfen; wir werden auf diesem Wege gewiss noch dahin kommen, das zu erreichen, was uns jetzt zum Theil unmöglich scheint. Man darf aber auch nicht erwarten, dass die Chemie gleich bei ihrem Eintritte volles Licht verbreiten solle über ein Feld, über dem nach jahrhundertelangen anderweiten Forschungen kaum eine Dämmerung angebrochen war.

Die meisten Experimentatoren, welche grössere Reihen von Blutanalysen ausgeführt haben, namentlich *Andral* und *Gavarret*[1]), *Becquerel* und *Rodier*[2]), *Popp*[3]) u. s. w. haben sich höchstens mit geringen Abänderungen der Methode von *Prevost* und *Dumas*[4]) bedient, um die trockenen Blutkörperchen zu bestimmen. Diese Methode besteht im Wesentlichen darin, dass nach vollendeter Contraction des Blutkuchens zunächst Serum und Blutkuchen für sich gewogen werden, um das Verhältniss beider zu einander zu bestimmen; hierauf wird der feste Rückstand des Serums und der des Blutkuchens bestimmt; nach Abzug des anderweit bestimmten Faserstoffs vom festen Rückstande des Blutkuchens hat man die Zahl, welche die Summe der trocknen Blutkörperchen und der festen Stoffe des in dem Blutkuchen noch eingeschlossen gewesenen Serums ausdrückt. Die genauere Bestimmung der Grösse dieses Serumgehalts ist es eben, woran die Bemühungen der tüchtigsten Forscher gescheitert sind. Da der Wassergehalt des Blutkuchens wahrscheinlich in einem nahen Verhältnisse zu seinem Serumgehalte steht, so glaubten unstreitig *Prevost* und *Dumas* sich dem reellen Verhältnisse am meisten zu nähern, wenn sie geradezu alles Wasser, welches im Blutkuchen gefunden worden war, als dem Serum angehörig betrachteten und darnach den Gehalt des trocknen Blutkuchens (nach Abzug des Fibrins) an festen Serumbestandtheilen berechneten.

Da diese ganze Berechnung auf der einfachsten Gleichung, einem sg. Regeldetriexempel, beruht, so dürfte es wohl überflüssig sein, diese hier erst noch näher zu erläutern.

Ich kann mir übrigens nicht vorstellen, so wie es *C. Schmidt* anzunehmen scheint, dass nämlich *Prevost* und *Dumas* wirklich geglaubt hätten, alles Was

---

1) *Andral* und *Gavarret*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 55. p. 227.

2) *Becquerel* und *Rodier*, Gaz. medical de Paris 1844. No. 47. p. 751.

3) *Popp*, Untersuchungen üb. d. Beschaffenheit des menschl. Blutes in verschiedenen Krankheiten. Leipzig 1845. S. 68.

4) *Prevost* und *Dumas*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 23. p. 56—75.

ser des Blutkuchens rühre nur vom Serum her, sondern es dünkt mir mehr als wahrscheinlich, dass sie in der oben dargestellten Weise die Sache aufgefasst haben. Da sich die Menge des in dem Blutkuchen eingeschlossenen Serums absolut nicht bestimmen liess, auch nicht einmal ein irgend brauchbarer Massstab zur Schätzung vorhanden war, so blieb ihnen nur die Alternative, entweder alles Wasser des Blutkuchens (nach Abzug des Faserstoffs) den Blutkörperchen allein oder, wie sie es gethan, dem Serum allein zuzurechnen. Dass beides entschieden falsch ist, haben weder sie noch wohl Jemand nach ihnen verkannt; sie griffen daher nach der Berechnungsweise, welche offenbar eine geringere Fehlergrösse zuliess. *Von Bibra* scheint uns daher in einen Irrthum verfallen zu sein, indem er, den Serumgehalt des Blutkuchens ignorirend, den Fehler jener Forscher zu verringern glaubte.

Die Abänderungen, welche andere Forscher, z. B. *Becquerel* und *Rodier* und *Popp* an dieser Methode gemacht haben, leiden immer noch an demselben Mangel, den wir eben in der ursprünglichen Methode von *Prevost* und *Dumas* rügten; erstere bestimmten den festen Rückstand des defibrinirten Bluts und zogen von diesem die aus dem Wassergehalte berechneten (nach besonderer Serumanalyse bestimmten) festen Serumbestandtheile ab; *Popp* analysirte das sich auf defibrinirtem Blute bildende Serum und dann den unter diesem Serum befindlichen Cruor (d. h. Blutkörperchen + x Serum i. q. Blutkuchen — Faserstoff). Diese Abänderungen sind zwar nicht wesentliche, aber doch wirkliche Verbesserungen der ursprünglichen Methode; denn den Blutkuchen, so wie er bei der Gerinnung des Bluts erhalten wird, ganz trocknen zu wollen, wäre thöricht, da diess fast unmöglich ist; nimmt man aber zur Bestimmung des festen Rückstandes einen Theil des Blutkuchens, so muss man wenigstens die Vorsicht anwenden, einen verticalen Durchschnitt desselben zur Analyse zu verwenden, da die Blutkörperchen im Blutkuchen von oben nach unten sehr ungleich vertheilt sind. Nach der Methode von *Popp* lässt sich übrigen sin vielen Fällen das Serum vom Cruor besser trennen, als nach den französischen Forschern vom Blutkuchen. Diese Trennung des Serums von den abgeschiedenen Blutkörperchen bleibt aber nach jeder Methode (in den meisten Fällen) der unreinlichste Theil der Untersuchung; denn bei dem Abheben oder Abgiessen des Bluts vom Blutkuchen gelingt es selten, das Serum gänzlich frei von Blutkörperchen oder den Blutkuchen gänzlich frei selbst von solchem Serum zu erhalten, welches nicht eingeschlossen ist.

Wenn aber auch alle Autoren zugaben oder zugeben mussten, dass diese Bestimmung keinen absoluten Werth für die trocknen Blut-

körperchen geben konnte, so hielt man sie doch zu comparativen Blutanalysen für völlig tauglich oder ausreichend: allein man erinnere sich nur an die namentlich in Krankheiten so sehr verschiedene Contractionsfähigkeit des Fibrins im Blutkuchen; ein sehr dichter Blutkuchen wird weit weniger Serum einschliessen, als ein sehr lockerer, gallertartiger; hierbei kommt noch gar nicht in Anschlag, dass so häufig Sedimente von Blutkörperchen ausserhalb des Blutkuchens vorkommen; der auf die Blutkörperchen kommende Serumgehalt ist unabhängig von jeder Proportion, da die Menge des mit den Körperchen gemengt bleibenden Serum weniger von der Hand des Experimentators als vom Zufall abhängig ist.

Simon[1]) schlug, die Quantität der Blutkörperchen direct zu finden, einen Weg ein, der jedoch aller Genauigkeit entbehrt Er liess nämlich geschlagenes Blut durch Hitze unter Umrühren gerinnen und zog das Coagulum mit Aether und kochendem Alkohol aus; er glaubte nun, dass kochender Alkohol das Serumeiweiss rein zurücklasse und die Bestandtheile der Blutkörperchen sammt den Salzen und Extractivstoffen des Serums auflöse; nach Verdunstung der alkoholischen Lösungen wurde der Rückstand mit kaltem wässrigem Spiritus extrahirt, von dem *Simon* zu glauben schien, dass er alle Bestandtheile der Blutkörperchen ungelöst lasse, während er die nicht coagulabeln Serumstoffe auflöse. Dieses Verfahren hat so viel Mängel, dass wir uns nur wundern können, wie *Simon's* Blutanalysen noch so leidlich mit denen andrer Experimentatoren übereinstimmen konnten. Als Beweis für die gänzliche Untauglichkeit dieser Methode begnügen wir uns anzuführen, dass nie zwei nach dieser Methode ausgeführte Analysen eines und desselben Blutes übereinstimmen werden. Schon ihrer Umständlichkeit halber ist diese Methode nie zu grössern Reihen von Blutuntersuchungen benutzt worden.

Scherer[2]) hat die Blutanalyse in vieler Hinsicht vervollkommnet und seine Methode ist die reinlichste von allen, obwohl sie noch an demselben Hauptmangel leidet, wie die frühern, nämlich blosse Bestimmung der coagulabeln und in Wasser unlöslichen Bestandtheile der Blutkörperchen neben der durch die Unbestimmbarkeit wirklich eingeschlossenen Serums bedingten Unsicherheit des absoluten Werthes. *Scherer* vergleicht nämlich nicht die festen Rückstände des Serums und defibrinirten Blutes, sondern die Menge der coagulabeln Bestandtheile beider Flüssigkeiten, um die Zahl der trocknen Blutkörperchen zu finden, und berechnet Salze, Fette und Extractivstoffe für sich. Nach den vergleichenden Untersuchungen von *Hinterberger*

---

1) *Simon,* medicin. Chem. Bd. 2. S. 83.

2) *Scherer,* Otto's Beitrag z. d. Analysen gesunden Bluts. Würzburg 1848.

liefert die Scherer'sche Methode die kleinste Zahl für die Blutkörperchen; der Grund ist leicht einzusehen; denn die trocknen Blutkörperchen *Scherer's* sind nicht blos aller löslichen Bestandtheile beraubt, sondern auch durch die bei der Coagulation angewendete Essigsäure von einer unbestimmten Menge von Erdphosphaten; dazu kommt, dass zuweilen trotz Kochens und Neutralisirens in der Flüssigkeit etwas Pigment gelöst bleibt, welches dann natürlich für die Berechnung der Blutkörperchen verloren geht. Der Hauptgrund für diese Erfahrung mag allerdings, wie *v. Gorup-Besanez* und *Hinterberger* hervorheben, in *Scherer's* Verfahren liegen, das defibrinirte Blut herzustellen. *Scherer* presst nämlich zur Herstellung defibrinirten Blutes den Blutkuchen aus und mischt die abgelaufene Flüssigkeit mit dem Serum; bei diesem Verfahren dürften wohl immer eine grössere oder geringere Anzahl Blutkörperchen oder wenigstens Rudimente derselben im Faserstoff zurückbleiben und somit für die Bestimmung der trocknen Blutzellenmasse verloren gehen.

Wir kommen nun zu einer Methode, welche den Fehler aller bisher genannten Methoden zu vermeiden und alles Serum von den Blutkörperchen zu trennen scheint. Diese beruht auf der schon oben S. 173 erwähnten Eigenschaft der Glaubersalzlösung, die Blutkörperchen filtrirbar zu machen. Sie wurde zuerst von *Figuier* angewendet, später von *Dumas* und neuerdings von *Höfle*[1]) verbessert. Defibrinirtes Blut wird mit dem 8fachen Volumen concentrirter Glaubersalzlösung versetzt und filtrirt, der Rückstand auf dem Filter mit Glaubersalzlösung ausgesüsst (nach *Dumas* gleichzeitig ein Strom Sauerstoffgas durch die auf dem Filter befindliche Masse geleitet) und endlich die auf dem Filter zurückgebliebene Blutzellenmasse entweder unmittelbar in heissem Wasser coagulirt (*Figuier*) oder erst in lauem Wasser vom Filter abgewaschen und dann durch Kochen der Waschflüssigkeit coagulirt. So brauchbar und genau dieses Verfahren der Theorie nach wenigstens auf den ersten Blick erscheint, so unzuverlässig ist es in der Praxis. Trotz der von *Dumas* empfohlenen Vorsichtsmaasregeln gehen fast immer einige Blutkörperchen mit durch das Filter, was um so leichter geschieht, je schneller die Blutkörperchen auf demselben zu dunkelrothen Massen zusammenkleben; immer wird man aber, selbst wenn die ablaufende Flüssigkeit wenig gefärbt erscheint, durch das Mikroskop Körperchen genug in derselben wahr-

1) *Höfle*, Chemie u. Mikrosk. am Krankenbette S. 132.

nehmen oder wenigstens ein rothes Sediment sich absetzen sehen; die Flüssigkeit geht oft so langsam durch das Filter, dass dieses durch die sich verändernden Blutkörperchen gänzlich verstopft wird. Sehr oft ist aber dieses Verfahren mit krankhaftem Blute deshalb gar nicht ausführbar, weil dessen Körperchen ungeachtet des Zusatzes von schwefelsaurem Natron eben so leicht das Filter durchdringen als ohne dasselbe (*Didiot* und *Dujardin*[1]) oder weil das Serum so dickflüssig, fast gallertartig ist, dass es nicht zu filtriren ist; nur in den seltensten Fällen lassen sich diese Uebelstände durch Substitution einer Zuckerlösung anstatt des schwefelsauren Natrons vermeiden (*Poggiale*[2]). Die Hauptfrage ist aber die: wird auf solche Weise wirklich alles Serum von den Blutzellen getrennt? wäre dies der Fall, so liesse sich diese Methode wenigstens benutzen als Controle der andern (namentlich der *Scherer*'schen) Methoden und man würde auf diesem Wege vielleicht im Stande sein, einen Coëfficienten für die nach den vorerwähnten Verfahrungsweisen unvermeidlichen Mängel (wegen des Serumgehalts des Blutkuchens) ausfindig zu machen; allein leider ist dies nicht der Fall; denn die auf dem Filter gesammelten Blutkörperchen werden durch 2- und 3maliges Auswaschen mit Glaubersalzlösung (wie *Höfle* glaubt) keineswegs serumfrei; denn die abfliessende Flüssigkeit enthält nach 6- bis 8maligem Auswaschen (wenn dies nämlich ohne Zersetzung der Blutkörperchen und ohne Verstopfung des Filters gelingt) noch nicht frei von Serumbestandtheilen; daher rührt es, dass, wie *Gorup* und *Hinterberger* fanden, nach dieser Methode trotz des erwiesenen Verlustes an Blutzellen und Bestandtheilen derselben (die namentlich bei der unvollkommnen Gerinnbarkeit des Globulins der Blutzellen mit dem schwefelsauren Natron gelöst bleiben, besonders wenn der zu coagulirenden Flüssigkeit nicht noch etwas Säure zugesetzt worden war) doch mehr trockne Blutzellen, als nach irgend einer andern Methode gefunden werden; erklärlicher wird dieses Plus an Blutzellen noch dann, wenn man sich überzeugt hat, dass (wie ich mehrmals gefunden) klares Blutserum durch eine gesättigte Lösung reinen schwefelsauren Natrons stark getrübt wird. Es addiren sich also trotz des vollständigsten Auswaschens noch Stoffe aus dem Serum den Blutkörperchen bei. *Hinterberger* fand übrigens in der Asche der nach *Höfle* bestimmten Blutzellenmasse noch sehr viel

1) *Didiot* und *Dujardin*, Compt. rend. T. 23. p. 227.
2) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 198—201.

schwefelsaure Salze (was mir jedoch nicht so vorgekommen ist, sobald das Coagulum gehörig mit heissem Wasser ausgewaschen worden war). Allein auch der Theorie nach stellen sich bei genauerer Erwägung der Anwendung dieser Methode einige Einwürfe entgegen. Waschen wir nämlich auch die Blutkörperchen mit einer Flüssigkeit aus, durch welche die Hülle der Blutzellen unversehrt erhalten wird, so ist dadurch die Penetrabilität der Hülle noch nicht aufgehoben; dass die löslichen Salze der Blutzellen die Hülle durchdringen, wissen wir; es würde aber höchst merkwürdig sein, wenn die löslichen coagulirbaren Proteïnkörper des Zelleninhaltes nach Entfernung alles Serums nicht auch nach endosmotischen Gesetzen die Hüllenmembran theilweise penetriren könnten. Die in den Blutkörperchen zurückgebliebene Substanz verliert übrigens bei ihrer Auflösung in Wasser und nachmaliger Coagulation noch Kali (wie *C. Schmidt* nachgewiesen) und ausser diesem und durch dieses noch organische Materie, so dass also auch diese Methode, selbst wenn sie alles Serum von den Blutkörperchen zu entfernen im Stande wäre, dennoch die festen Bestandtheile der Blutzellen nur unzureichend zu bestimmen vermöchte.

Der erste, welcher die Lösung des Problems, die Bestimmung des Verhältnisses der feuchten Blutzellen zu der Intercellularflüssigkeit, versucht hat, ist *C. Schmidt*[1]). Dieses Verfahren fusst nicht etwa, wie man erwarten sollte, auf der directen Bestimmung der trocknen Blutkörperchen vermittelst schwefelsauren Natrons, sondern im Gegentheil auf der ursprünglichen Methode von *Prevost* und *Dumas*. Da nach den Untersuchungen der genauesten Analytiker die festen Bestandtheile des Serums in einem constanten Verhältnisse zu denen des Blutkuchens stehen, d. h., da der Blutkuchen um so reicher an festen Bestandtheilen gefunden zu werden pflegt, je concentrirter das Serum ist, so muss die Zahl der nach *Prevost* und *Dumas* berechneten trocknen Blutkörperchen auch in einem constanten Verhältnisse zu den frischen, im Blute versirenden Blutkörperchen stehen. Es kam also darauf an, den constanten Factor ausfindig zu machen, durch den wir aus den nach *Prevost* und *Dumas* gefundenen hypothetischen, trocknen Blutkörperchen die Blutzellen (im morphologischen Sinne) berechnen könnten. *Schmidt* hat diesen Coëfficienten $= 4$ gefunden, so dass man die hypothetischen, trocknen Blutkörperchen nur mit 4 zu multipliciren braucht, um die Zahl für die feuchten Blutzellen (mit den lös-

1) *C. Schmidt*, Charakteristik der Cholera. S. 3—19.

lichen und unlöslichen Bestandtheilen ihres Inhalts) zu erhalten. Ein um 0,3 grösserer oder geringerer Werth als 4,0 würde nach *Schmidt's* Erfahrungen nicht mehr dem richtigen Verhältnisse entsprechen. *Schmidt* gelangte zur Aufstellung jenes Factors vorzüglich auf drei Wegen:

1) er ermittelte durch mikrometrische Messung die Volumenverminderung der rothen Blutzellen beim Trocknen. Wurde nämlich die Blutzelle unter Umständen eingetrocknet, welche eine gleichmässige Verdunstung des Wassers nach allen Richtungen hin gestatteten, so fand *S.* eine constante Raumverminderung; diese betrug 68 bis 69% des Volumens der frischen Zelle; demnach enthält die letztere ungefähr 68 bis 69 Th. Wasser auf 32 bis 31 Th. fester Stoffe, eine Menge, welche beinahe das vierfache der im Plasma gelösten festen Bestandtheile beträgt.

2) Nachdem sich *S.* davon überzeugt hatte, dass die zu verschiedenen Zeiten aus dem Blutkuchen ausgepressten Quantitäten Serums gleiche Dichtigkeit und gleiche Zusammensetzung hatten, untersuchte er durch das Mikroskop das Volumenverhältniss, welches in möglichst contrahirtem Blutkuchen zwischen Blutzellen und Intercellularsubstanz (Faserstoff + Serum) stattfand; es ergab sich dieses Verhältniss so, dass auf 100 Vol. Blutkuchen höchstens 20 Vol. Intercellularsubstanz kamen, also $^1/_5$ des Gesammtvolumens; wurden dann die $^4/_5$ des Volumens der Körperchen im Blutkuchen mit dem Volumen des Gesammtblutes (Blutkuchen + Serum) verglichen, so zeigte sich, dass das Blut mindestens 40 Volumenprocent frischer Zellen enthalten musste; *Schmidt* fand übrigens bei weitern Vergleichungen dieser Art, dass in der Regel das Blut ein grösseres Volumen an Blutzellen enthält, und dass dasselbe bis auf 53 und 54% des Gesammtvolumens steigen kann.

3) Die dritte Bedingungsgleichung, welche *Schmidt* zur Entwicklung jenes Coëfficienten verwendete, beruht auf der Vergleichung der ungleich im Blutkuchen und Serum vertheilten Mineralstoffe. Wir haben schon in dem Obigen ausführlicher gezeigt, dass in der Blutzelle Kalisalze und Phosphate vorwalten, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine genaue Aschenanalyse des Blutkuchens oder des fibrinfreien Cruors mit der des entsprechenden Serums zusammenstellt. Da leider das Serum nie ganz frei von Phosphaten und Kalisalzen, die Blutkörperchen aber (in den von *Schmidt* und nach ihm ausgeführten Analysen) nie ganz frei von Chloralkalien und Natriumsalzen sind, so

kann dieses Verfahren wohl als beste Controle jenes von *Schmidt* aufgestellten Coëfficienten angesehen, aber leider nicht benutzt werden, um im speciellen Falle zu erfahren, ob die nach *Schmidt* ausgeführte Berechnung des Verhältnisses der Zellen zur Zwischenzellflüssigkeit das richtige gibt. Würde es gelingen, im Serum eine diesem so eigenthümliche, chemisch leicht ausscheidbare und quantitativ bestimmbare Substanz nachzuweisen, wie das Hämatin für die Blutkörperchen ist, so würde aus der Analyse des Blutkuchens und dessen Gehalte an jener dem Serum eigenthümlichen Substanz sehr leicht zu berechnen sein, wie viel Serum (dessen Analyse natürlich ebenfalls vorliegen muss) in dem Blutkuchen eingeschlossen war; zöge man alsdann die übrigen dem Serum (nach der Analyse desselben) angehörigen Bestandtheile von den in dem Blutkuchen gefundenen Mengen gleicher Stoffe sowie auch das Fibrin ab, so würde man nach der einfachsten Proportionsrechnung die Menge und die Zusammensetzung der in 100 oder 1000 Th. Bluts enthaltenen Blutkörperchen vor Augen haben. Wäre dies der Fall, so würde das Problem gänzlich gelöst sein, aber leider haben wir weder in den präformirten Sulphaten noch unter den organischen Materien eine Substanz auffinden können, die gänzlich von den Blutzellen ausgeschlossen wäre. Wir müssen uns daher vielleicht für immer mit dem *Schmidt*'schen Coëfficienten als Mittel der höchsten Annäherung begnügen; allein wenn auch nicht andre Theile der Blutanalyse weit weniger scharf wären, so würde doch immer durch diesen Coëfficienten ein hoher Grad von Genauigkeit erreicht werden. Die Physiologie und namentlich die physiologische Chemie wird sicher dieser genialen Combination *Schmidt's* noch die glänzendsten Erfolge verdanken.

Die Berechnungsweise der Blutanalyse nach *Schmidt* ist sehr leicht zu übersehen; die Analyse des Blutkuchens und des Serums und die darnach berechnete Proportion der Bestandtheile des Gesammtblutes liegt vor; das Vierfache der nach *Prevost* und *Dumas* berechneten Zahl trockner Blutkörperchen gibt die Menge der frischen Blutzellen und darnach ihr Verhältniss zur Intercellularflüssigkeit. Man zieht nun von der Gesammtanalyse des Bluts die der gefundenen Menge Intercellularflüssigkeit angehörigen Bestandtheile ab, und hat im Reste alle nur den Blutkörperchen angehörigen Stoffe.

An eine quantitative Bestimmung der farblosen Blutzellen hat man noch nicht zu denken gewagt; es ist möglich, dass deren Ermittlung sich für immer höchstens auf ungefähre Schätzung beschränken wird.

Von der quantitativen Bestimmung des Fibrins und ihrer Un-

zuverlässigkeit ist bereits Th. 1. S. 366 die Rede gewesen. Wir fügen hier nur noch einige Worte über *Hinterberger's* Erfahrung bei, wornach man durch Schlagen des Bluts immer weniger Fibrin erhält, als durch Auswaschen des Blutkuchens. Derselbe Autor hält für eine nicht ganz unbedeutende Ursache die während der Coagulation des Blutes stattfindende Wasserverdunstung; dieser Fehler dürfte bei der verhältnissmässig so geringen Menge Faserstoffs im Blute wohl verschwindend klein sein, und von den andern Beobachtungsfehlern bei der besten Blutanalyse übertroffen werden; überhaupt sollen aber nach den ersten Regeln der analytischen Chemie tropfbare und verdunstbare Flüssigkeiten, die der quantitativen Analyse zu unterwerfen sind, niemals in offnen Gefässen stehen gelassen, ja wo möglich nicht in offnen Gefässen gewogen werden; daher darf man auch ein zur quantitativen Analyse bestimmtes Blut niemals in offnen Gefässen gerinnen und darnach etwa 24 St. lang stehen lassen. Allein auch bei Befolgung dieser analytischen Regel wird man, wie directe Versuche erweisen, aus dem geschlagenen Blute weniger Fibrin erhalten, als aus dem Blutkuchen durch Auswaschen. Wir haben bereits im ersten Theile gezeigt, dass selbst der durch Schlagen gewonnene Faserstoff, da er sich nur unvollkommen auswaschen lässt, niemals reines Fibrin ist; allein noch viel mehr gilt dies von dem Fibrin des Blutkuchens; während in jenem immer etwas Blutpigment zurückbleibt, so enthält das letztere die farblosen Blutkörperchen und die Hüllen sowie den granulösen Inhalt der gefärbten. Die farblosen Zellen und die Hüllen der gefärbten können oft in solcher Menge auftreten, dass sie für den Faserstoff eine ganz falsche Zahl geben; ja wir haben bereits oben im Lebervenenblute einen Fall kennen gelernt, wo sich fast gar kein Fibrin vorfindet, und wo man nur die Zellenmembranen der Blutkörperchen für Fibrin gehalten hat. Die Mehrzahl der feinen Flocken, welche in geschlagenem Blute Leinwandfilter durchdringen, sind solche Hüllenmembranen, allein in der That zu einem geringern Theile Faserstoffflöckchen; das Pseudofibrin des Lebervenenblutes geht fast vollständig durch das Leinwandfilter. Wir sind also bei der Analyse stets in der traurigen Alternative, entweder Faserstoff zu verlieren oder mit demselben gleichzeitig farblose Blutkörperchen und Hüllenmembranen zu bestimmen; müssen aber demzufolge aus geronnenem Blute, da diese in demselben fester vom Fibrin eingeschlossen sind, constant mehr Faserstoff finden, als in geschlagenem Blute, dessen Fibrin durch ein Leinwandfilter von dem ungewässerten Blute

abfiltrirt worden ist. Die Leinwandfilter sind übrigens für die quantitative Analyse des Bluts ein trostloses Mittel; denn entweder lassen sie eine Menge feiner Faserstoffflöckchen (sei das Fibrin durch Schlagen oder durch Auskneten und Zerdrücken des Blutkuchens erhalten) hindurch gehen, oder sie werden von den Hüllenmembranen mit einer feinen schleimigen Kruste überzogen, von der selbst die weitesten Maschen der Leinwand verstopft werden. Will man daher eine möglichst genaue Blutanalyse anstellen, so müssen die Leinwandfilter zur quantitativen Bestimmung gänzlich vermieden werden, und man wird alsdann finden, dass der aus dem Blutkuchen erhaltene Faserstoff nicht mehr beträgt, als der durch Schlagen desselben bestimmte, sowie, dass die über den Einfluss der Bewegung auf die Verminderung des Fibrins von *Marechal* und selbst neuerdings noch von *Corne*[1]) angestellten Versuche und davon abgeleiteten Deductionen lediglich auf den Mängeln der analytischen Methode beruhen. Völlig sind jene Mängel allerdings nicht zu vermeiden; denn sammelt man sorgfältig alle sonst durch Leinwandfilter gehende unlösliche Substanzen, so wird eben die Zahl des Fibrins zu gross sein. Der beste Weg, alles Unlösliche, das man einmal Faserstoff zu nennen übereingekommen ist, möglichst (obwohl keineswegs vollkommen) zu sammeln und wägbar zu machen, hat uns folgender geschienen: geschlagenes Blut sehr stark zu wässern und die Flöckchen sich absetzen zu lassen (was aber leider oft sehr unvollkommen geschieht); hierauf die Flüssigkeit, so weit sie klar ist, abzuheben und den trüben Rückstand sammt den gröbern Coagulis wiederholt mit Wasser zu schütteln und die klar gewordene Flüssigkeit zu entfernen, bis die letztere nicht mehr gefärbt wird; nachher ist es möglich, sich (anstatt eines Leinwandfilters) eines Papierfilters zu bedienen, welches die feinen Flöckchen nicht durchdringen, namentlich wenn man vorher die Flüssigkeit mit dem gleichen Volumen Spiritus erhitzt hat (wenn die Flüssigkeit einmal farblos geworden ist, pflegt keine coagulable Substanz mehr im Fibrin gefunden zu werden); der Faserstoff ist alsdann ziemlich leicht filtrirbar und wird am besten mit siedend heissem Spiritus ausgesüsst. Man hat auf diese Weise auch keine genaue Bestimmung des Fibrins; man weiss aber, was man vor sich hat, und dass man immer ein Plus von Fibrin bestimmt, ist aber bei weitem weniger von reinen Zufälligkeiten abhängig, wie das bei der Benutzung von Leinwandfiltern und bei nur

1) *Corne*, Compt. rend. T. 30. p. 110.

theilweisem Wässern des Blutes der Fall ist; hier ist jede Schätzung unmöglich; dort sind wir uns aber stets eines Ueberschusses an Fibrin und eines kleinen Verlustes an Blutkörperchen bewusst. Kenntniss des Fehlers lässt uns hoffen, ihn später noch vermeiden zu lernen; Genauigkeit und Geduld sind freilich zu dieser Fibrinbestimmung unerlässlich. In Fäulniss geht übrigens das Blut bei dieser allerdings etwas umständlichen Operation nicht leicht über, da die zugefügten Wassermengen so oft gewechselt werden.

Rücksichtlich der Bestimmung des Albumins im Serum verweisen wir auf das darüber im 1. Th. S. 347 Bemerkte. Nur möchten wir in Betreff der Anwendung des dort Gesagten auf die Blutanalyse noch dieses hinzufügen: dass es nämlich immer wichtig ist, neben der Bestimmung des Albumins im Serum auch die coagulirbaren Materien des Blutkuchens oder des faserstofffreien Cruors oder des defibrinirten Blutes zu bestimmen und zwar der bei Blutanalysen ganz unentbehrlichen Controle wegen; so dass gewissermassen die Methoden von *Becquerel* und *Rodier* oder *Popp* combinirt werden mit der von *Scherer*. *Hinterberger* fand, dass der nach *Becquerel* und *Rodier* ermittelte Albumingehalt (durch Extraction des festen Serumrückstandes mit den verschiedenen indifferenten Lösungsmitteln bestimmt) immer etwas höher ausfällt, als der nach *Scherer* bestimmte; dies ist aber nicht blos bei dem Serum, sondern in noch höherem Grade bei dem fibrinfreien Cruor (Blutkörperchen + eingeschlossenem Serum) der Fall; d. h. auch hier beträgt die durch Coagulation unter Mithülfe von Säuren erhaltene Substanz weniger als der Rückstand, der nach Behandlung der festen Cruorbestandtheile mit Aether, Alkohol und Wasser erhalten wird. Diese bei jeder Blutanalyse zu machende Erfahrung hat theils darin ihren Grund, dass bei der Coagulation unter Hülfe von Säuren durch eben diese der gerinnbaren Substanz eine geringe Menge Erden entzogen werden, die natürlich in der nur mit indifferenten Menstruis behandelten Substanz zurückbleiben, theils aber auch darin, dass durch die Behandlung mit erwähnten Menstruis aus dem Rückstande gewisse Alkalisalze und vielleicht auch organische Materien ausgezogen werden, die bei der Coagulation aus der Flüssigkeit eine gewisse Menge eiweissartiger Substanzen gelöst erhalten, so dass diese der Gerinnung und Abscheidung entzogen wird.

A. Becquerel[1]) hat in neuester Zeit das von *Biot* entdeckte Drehungs-

1) *Becquerel*, Compt. rend. Novbr. 1849.

vermögen gelösten Albumins für polarisirtes Licht benutzt, um die Quantitäten im Serum gelösten Eiweisses quantitativ zu bestimmen, wie vor ihm schon *Bouchardat* versucht hatte. Der Apparat, dessen Beschreibung hier nicht gegeben werden kann, beruht auf directer Messung der Drehung, welche ein Lichtbüschel durch die in der Flüssigkeit enthaltene Eiweissmenge nach links erleidet. Nach *Biot's* Formel ist das Ablenkungsvermögen des Albumins $= 27° 36'$; im *Becquerel*'schen Apparate, *Albuminimeter*, entspricht jede Minute, um welche der Lichtbüschel abgelenkt wird, = 0,180 grm. der im Apparate eingeschlossenen Lösung, jeder Grad = 10,800 grm. *Becquerel* hat durch wiederholte Beobachtungen völlige Uebereinstimmung dieser physikalischen mit der chemischen Analyse gefunden: allein einer weiteren Untersuchung bedarf dieser Gegenstand doch, erstens weil die chemische Bestimmung des Albumins nach *Becquerel* eben nicht genau ist, und zweitens weil das Serum immer Spuren von Zucker enthält, welche den Grad der Ablenkung einigermassen modificiren können.

Die Bestimmung der Salze des Serums und des Cruors geschieht am besten durch Verkohlung der festen Rückstände beider Flüssigkeiten, und dann nach einer etwas modificirten *Rose*'schen Methode, wie wir dies im 1. Th. S. 418 angedeutet haben. Die Salze selbst können dann nach den bekannten Methoden der analytischen Chemie, wie sie namentlich rücksichtlich der Aschenbestandtheile in neuerer Zeit von *Rose* vervollkommnet worden sind, analysirt werden.

Die quantitative Ermittlung der Fette im Blute, wie in andern thierischen Substanzen, ist mit Schwierigkeiten verbunden, welche oft nicht völlig zu überwinden sind. Dass man hierzu nur die (bei 120°) vollständig ausgetrockneten festen Rückstände verwenden darf, versteht sich wohl von selbst. Man bringt am besten die zur Fettbestimmung verwendbare trockne Substanz in ein Digerirfläschchen, indem man ihr Gewicht, wie bei Elementaranalysen, durch Zurückwägen bestimmt. Ein Digerirfläschchen ist hierzu nothwendig, da das Kochen der Substanz mit Aether und das Abgiessen der ätherischen Fettlösung nur so ohne Verlust an Fett zu ermöglichen ist. Die ätherische Lösung ist aus einem kleinen Becherglase oder einer dünnen Glasschaale mit sehr hohen Rändern zu verdunsten, da das Fett sehr leicht an den Rändern des Gefässes emporkriecht und so Verlust unvermeidlich ist. Der Aether muss übrigens völlig rein, möglichst frei von Wasser, Alkohol und freier Säure sein. Das Verdunsten des Aethers muss ohne Sieden geschehen. Der Fettrückstand ist, wie alle Rückstände, bei 120° zu trocken.

Reiner Aether zieht nur die neutralen Fette und die freien Fettsäuren aus, nicht die fettsauren Alkalien; diese müssen mit absolutem Alkohol, dem etwa $\frac{1}{10}$ Vol. Aether zugesetzt ist, extrahirt

werden. Die Bestimmung der Seifen ist immer ungenau, da man in der Regel nicht hinlänglich grosse Quantitäten derselben erhält, um die den Seifen fast immer beigemengten nicht fettigen Stoffe von jenen zu trennen.

Die Extractivstoffe aus dem Verluste der auf 100 Th. reducirten analytischen Resultate zu berechnen, ist durchaus tadelnswerth; denn man entschlägt sich auf diese Weise eines der wichtigsten Mittel, die ganze Analyse zu controliren. Die Extractivstoffe, d. h. alkoholisches, spirituöses und wässriges Extract, sind nach Entfernung der Fette aus dem festen zu analysirenden Rückstande für sich zu trocknen, zu wägen und endlich einzuäschern, um die gefundene Asche von der organischen Materie abzuziehen; nur so kann man hoffen, die für die Physiologie so wichtigen Extractivstoffe wissenschaftlich verwerthen zu können.

Bei jeder Blutanalyse wird man freilich nicht alle hier angedeuteten Controlemittel anwenden können; allein da die wenig beachtete Regel gilt (vergl. Th. 2. S. 3), dass möglichst kleine Mengen zu jeder einzelnen Bestimmung verwendeter Substanz die genauesten Resultate geben, so bedarf es zu einer guten Blutanalyse keineswegs so viel Materials, als man häufig für nöthig gehalten hat; nur zur Aschenanalyse sind grössere Mengen erforderlich, allein auch dies nur in beschränktem Grade, da die Methoden der anorganisch-analytischen Chemie um so genauer sind.

Noch kann etwa der Zucker und der Harnstoff im Blute zuweilen quantitativ bestimmt werden; hierüber vergleiche man das Th. 2. S. 85 und Th. 1. S. 166 Gesagte.

Was endlich die Bestimmung des specifischen Gewichts betrifft, so werden wir unter „Harn" ausführlicher hierauf zurückkommen, wo wir die verschiedenen Methoden derselben prüfen werden. Rücksichtlich des Blutes sei aber nur so viel bemerkt, dass hier die Dichtigkeitsermittlung des fibrinfreien Cruors und des defibrinirten Blutes wegen der Klebrigkeit dieser Flüssigkeit und der im Blute suspendirten, besonders aber den Gefässen anhaftenden Luftbläschen sehr oft ans Unmögliche grenzt.

Ziehen wir nun alle diese Umstände und Uebelstände der chemischen Analyse in reifliche Erwägung, so dürfte unser Vertrauen selbst zu der relativen Richtigkeit der uns für jetzt vorliegenden Blutanalysen sehr wankend werden, ja wir möchten fast daran verzweifeln, den Schlussfolgerungen und Hypothesen, die man leichten Sinnes auf jene gegründet hat, noch irgend eine Gültigkeit zuzuschreiben. Erinnern wir uns ferner, dass in vielen Krankheiten, wo gerade

die Mischung des Blutes am meisten alterirt ist, aus Rücksichten der Humanität gute Analysen des Bluts nicht ausgeführt werden konnten, und dass man sich bei Mittheilung von Blutanalysen meist nur mit Angabe einer abstracten Diagnose begnügt hat, während der Verlauf des individuellen Krankheitsprocesses für die wissenschaftliche Beurtheilung von der höchsten Wichtigkeit ist: so wird man einer auf so schwachen Stützen ruhenden Humoralpathologie keinen grossen Beifall zollen können. Bedenkt man endlich, dass fast bei allen analysirten Blutarten das Ergebniss nicht auf eine neue Umwandlung, Entmischung oder Zersetzung des Blutes, nicht auf den Nachweis neuer heterogener Stoffe hinausging, sondern nur auf grössere oder geringere Schwankungen in den Verhältnissen der Hauptmischungstheile des Bluts, dass wir aber auch über diese, wie wir oben nachgewiesen, chemisch noch keineswegs in wünschenswerther und erforderlicher Weise aufgeklärt sind: so wird man nur die Kühnheit derer bewundern können, welche mit diesem kärglichen Material sich auf einen Standpunkt hinaufschwingen zu können wähnten, von dem aus sie das weite unerforschte Bereich der krankhaften Processe mit geistigem Auge beherrschen wollten. Wir wollen durchaus nicht verkennen, wie grossen Dank die Wissenschaft den Männern schuldet, die mit minutiöser Sorgfalt und aufopfernder Anstrengung die ausgedehntesten Untersuchungen durchgeführt haben: allein wir würden die Wissenschaft selbst fälschen, wenn wir uns nicht des wahren Werths jener Resultate bewusst würden.

Von der quantitativen Zusammensetzung des Blutes haben wir schon im Eingange dieses Abschnittes (S. 152) eine allgemeine Uebersicht zu geben versucht; betrachten wir nun die unter physiologischen und pathologischen Bedingungen wechselnden Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile.

Was zunächst das Verhältniss der Blutzellen (im morphologischen Sinne) zu der Intercellularflüssigkeit betrifft, so ist dieses allen Erfahrungen nach im normalen Zustande unter analogen physiologischen Verhältnissen nur geringen Schwankungen unterworfen. Beim erwachsenen, gesunden *Manne* findet man in 1000 Th. Blut durchschnittlich 512 Th. feuchter Blutkörperchen; die Schwankungen nach oben und unten übersteigen kaum die Zahl 40, so dass also 472 schon eine sehr niedrige, 542 aber eine sehr hohe Zahl für das Verhältniss der Zellen im Blute des Mannes anzeigen würde.

An sg. trocknen Blutkörperchen wurden nach den oben angedeuteten, verschiedenen Methoden gefunden: von *Prevost* und *Dumas* 129 p. m., von *Lecanu*[1]) 132,5, von *Andral* und *Gavarret*[2]) 127, von *Richardson*[3]) 134,8, von

1) *Lecanu*, Etudes chimiques sur le sang humain Paris. Novbr. 1837.

2) *Andral* und *Gavarret*, Recherches sur les modifications de quelques principes du sang etc. Paris 1842.

3) *Richardson*, Thomson's Record of general science. T. 4. p. 116–135.

Becquerel und *Rodier*[1]) 141,1, von *Nasse*[2]) 116,3, von *Popp*[3]) nur 120, von *Scherer*[4]) 112.

Kaum bedarf es wohl der Erwähnung, dass aus dem Verhältniss des Serums zum Blutkuchen kein Schluss auf das Verhältniss der Zellen zum Plasma zu ziehen ist; wir haben ja in dem Obigen die Senkungsfähigkeit der Blutkörperchen und andrerseits die Contractilität des Fibrins als so variable Grössen kennen gelernt, dass hieraus leicht zu ersehen ist, wie in einem voluminösen Blutkuchen doch wenige Blutkörperchen und in einem minder voluminösen doch verhältnissmässig viel Zellen enthalten sein können.

Im Blute der *Frauen* finden sich durchschnittlich viel weniger Blutzellen als in dem der Männer; noch mehr sinkt aber die Zahl der Blutkörperchen bei Frauen herab während der Schwangerschaft, vor dem Eintritte der Menstruation und nach dem gänzlichen Ausbleiben derselben in den spätern klimakterischen Jahren.

Die Ermittlung dieser Verhältnisse verdanken wir besonders *Becquerel* und *Rodier*, deren Durchschnittszahl für die Blutkörperchen des Frauenblutes = 127,2 ist. *Nasse* hat bei Versuchen mit Thierblut dieselben Resultate rücksichtlich der Verschiedenheit der Geschlechter erhalten.

Dass im *Blute verschiedener Thiere* die Zahl der Blutkörperchen verschieden sein würde, lies sich voraussetzen, und ist auch durch directe Untersuchungen von *Prevost* und *Dumas*[5]), *Berthold*[6]) und *Simon*[7]) erwiesen worden; in neuerer Zeit haben besonders *Nasse*[8]) sowie *Andral*, *Gavarret* und *Delafond*[9]) über diesen Gegenstand zahlreiche Untersuchungen angestellt. Die kaltblütigen Thiere scheinen diesen Untersuchungen nach sämmtlich weit weniger Blutzellen zu enthalten als die warmblütigen, die Vögel durchschnittlich mehr als die Säugethiere, die fleischfressenden aber nicht mehr als die pflanzenfressenden Säugethiere, am meisten aber das Schwein.

Nasse fand an trocknen Blutkörperchen im Blute des Schweins 145,5 p. m., in dem des Huhns 144,6, in dem der Gans 121,4, in dem des Hundes 123,8, in dem des Ochsen 121,8, in dem des Pferdes 117,1, in dem der Katze 113,4, in

1) *Becquerel* und *Rodier*, Recherches sur la composition du sang etc. Paris 1844.

2) *Nasse*, a. e. a. O.

3) *Popp*, a. e. a. O.

4) *Scherer*, a. e. a. O.

5) *Prevost* und *Dumas*, Bibliothèque nouvelle. T. 4. p. 125.

6) *Berthold*, Beiträge zur Zootomie u. s. w. Göttingen 1831.

7) *Simon*, Lehrb. d. Ch. Bd. 2. S. 235.

8) *Nasse*, R. Wagner's Wörterb. d. Physiol. Bd. 1. S. 138 u. Journ. f. prakt. Ch. Bd. 28. S. 146.

9) *Andral*, *Gavarret* und *Delafond*, Ann. de Chim. et de Pharm. 3me Sér. T. 8. Juillet 1842.

dem des Kalbes 102,5, des Schaafs 92,4 und der Ziege nur 86,0 p. m. Die durch die andern genannten Forscher erhaltenen Resultate sind nur unter sich vergleichbar, lassen aber keinen Vergleich mit andern zu. Merkwürdig ist, dass *Prevost* und *Dumas* im Blute der Landschildkröte sehr viel Blutkörperchen gefunden haben, ja mehr noch als in dem der Ente, des Raben und einiger Säugethiere; die Richtigkeit dieser Angabe verdient geprüft zu werden, da die Landschildkröten in zootomischer Hinsicht den Vögeln sehr nahe, die Seeschildkröten dagegen näher den Fischen stehen.

Dass im *Blute verschiedener Gefässe* die Menge der Blutkörperchen verschieden sein muss, lässt sich mit einiger Sicherheit voraussetzen; denn wenn z. B. die Harnsecretion lebhaft von Statten geht, so werden sicher im Nierenvenenblute relativ mehr Blutzellen gefunden werden als in dem Arterienblute derselben Organe. Da in der Milz wesentliche Veränderungen mit den Blutkörperchen vorgehen, so wird auch hier das Venenblut dieses Organs sich von dem Arterienblute desselben nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ betreffs der Blutzellen wesentlich unterscheiden. Im Allgemeinen enthält nach den Untersuchungen von *Mayen*, *Hering*, *Nasse* das Arterienblut weniger Blutkörperchen als das Venenblut. Im Pfortaderblute fand *Chr. Fr. Schmid* bei weitem weniger als im Jugularvenenblute; ich fand dagegen im Lebervenenblute nicht nur weit mehr als im Pfortaderblute, sondern auch als in dem der Jugularvene, Hohlvene und Milzvene.

Im Lebervenenblute eines Pferdes, welches 4 Stunden vor der Tödtung noch gefressen hatte, fand ich 743 p. m. feuchter Blutzellen, während in dem Blute desselben Thieres aus der äusseren Jugularvene = 592, in dem aus der Hohlader = 664, in dem aus der Pfortader = 573 und in dem der Milzvene nur 322 enthalten waren.

Dass *dürftige Nahrung* sowie *längere Entziehung aller Nahrungsmittel* die Zahl der Blutkörperchen beschränken, geht ebensowohl aus einzelnen Erfahrungen als aus analogen physiologischen Beobachtungen hervor.

Nach dem, was wir über die Function der Leber (Th. 2. S. 94) und über den Einfluss des Fettes auf die Zellenbildung (Th. 1. S. 276) gesagt haben, darf es uns nicht wundern, dass *Popp nach längerer Anwendung von Leberthran* die Zahl der Blutkörperchen und zwar die der farblosen vermehrt fand.

Dass wiederholte Blutentziehungen eine Verminderung der Blutkörperchen herbeiführen würden, liess sich erwarten, ist aber auch durch directe Untersuchungen von *Andral* und *Gavarret*, *Simon*, *Becquerel* und *Rodier*, *Zimmermann*, *Popp*, *Nasse* erwiesen worden.

Obgleich die Richtigkeit dieser Thatsache durch alle darüber angestellten Untersuchungen gewährleistet worden ist, so hat sich doch selbst keine auch nur ungefähre Proportion zwischen der Verminderung der Blutkörperchen und der Menge des entzogenen Bluts oder der Zahl der Aderlässe ausfindig machen lassen.

Nur wenn es gelingen sollte, die einzelnen Grössen aller coïncidirenden Momente genau zu bestimmen, dürfte man sich schmeicheln, eine bestimmte Proportion zwischen Abnahme der Blutzellen und dem Blutverluste selbst zu finden. Dass dies für jetzt nicht möglich ist, dürfte nicht schwer sein einzusehen: denn die Regeneration der Intercellularflüssigkeit wird in einem Falle (z. B. bei dürftiger Nahrung, bei bereits abgemagertem, heruntergekommenem Organismus) langsamer von Statten gehen, als in einem andern, und deshalb eine minder grosse Differenz zwischen Blutzellen und Plasma sich herausstellen; andrerseits könnte die Reproduction der Blutzellen unter besonders günstigen Verhältnissen rascher als gewöhnlich von Statten gehen, und darum würde man auch in einem solchen Falle ein minder ungünstiges Verhältniss zwischen Plasma und Zellen vorfinden. Endlich ist es auch denkbar, dass in einem Organismus die Blutzellen schneller als in einem andern zu Grunde gehen, und dadurch wiederum die Ermittlung dieses für die Physiologie sehr wichtigen Verhältnisses erschwert wird. Gewöhnlich hat man aber Versuche dieser Art während des Vorgangs krankhafter Processe angestellt, deren verschiedene Natur und Ablauf nicht in Rechnung zu bringen war.

Da die gefärbten Blutzellen, wie später nachgewiesen werden wird, aus den farblosen hervorgehen, so ist es nicht zu verwundern, dass man nach wiederholten oder sehr starken Blutentziehungen (*Remak*) die farblosen Zellen den gefärbten gegenüber erheblich vermehrt findet, oder wenigstens die farblosen in geringerem Grade vermindert, als die farbigen.

Auch in verschiedenen für sich aufgefangenen Portionen eines und desselben Aderlasses hat man nicht einmal ein constantes Verhältniss zwischen Blutzellen und Plasma gefunden. *Becquerel* und *Rodier* haben hierüber specielle Untersuchungen angestellt, sind aber auch hier zu keinem bestimmten Zahlenverhältnisse gelangt. In der grossen Mehrzahl der Fälle fand man in dem später ausfliessenden Blute die Blutkörperchen vermindert, zuweilen jedoch auch vermehrt. Man wird aber auch hierüber so lange im Dunkeln bleiben, als man noch in Unkenntniss ist über die physikalischen Verhältnisse zwischen der Blutmasse und der übrigen Säftemasse des thierischen Körpers.

Was nun die Zahl der Blutkörperchen in krankhaftem Blute betrifft, so sind wir auch hierin noch weit davon entfernt, für bestimmte physiologisch begreifbare Processe Bedingungsgleichungen der Vermehrung oder Verminderung derselben aufzustellen. Constant vermehrt fand man die Blutzellen in der sg. Plethora, bei minder vorge-

schrittenem Herzleiden, bei Spinalirritation (*Popp*), bei Cholera (*C. Schmidt*); es ist leicht begreiflich, dass eine Verminderung weit häufiger vorkommt, vorzüglich in allen anämischen Zuständen, wie sie nach reichlichen Diarrhöen, bei unversiegbaren Eiterungen, in Folge von langwierigen Wechselfiebern, von Typhus, nach massigen Exsudaten, wuchernden Aftergebilden, Hirnaffectionen, chronischen Metallvergiftungen und nach andern schweren Krankheiten einzutreten pflegen, kurz in allen solchen Fällen, wo die Bildung des Blutes geringer ist, als dessen Verbrauch. In der Chlorose, die eigentlich nichts als eine Anämie ist, deren nächste Ursachen man nicht kennt (daher spontane Anämie genannt), sind gewöhnlich die farbigen Blutzellen ausserordentlich vermindert, obgleich *Becquerel* und *Rodier* zwei Fälle dieser Krankheit beobachtet haben wollen, in welchen das chlorotische Blut reich an Körperchen war. Im Anfange des Typhus, den ersten 8 bis 10 Tagen, findet stets eine Vermehrung der Blutkörperchen statt, während nachher, wenigstens bis zum 21. Tage eine nicht unbedeutende Verminderung eintritt. In den übrigen Krankheiten sind die Schwankungen im Gehalte des Bluts an Körperchen nicht erheblich; auch sind in dieser Hinsicht die Resultate der Experimentatoren nicht sehr übereinstimmend; bei heftigen Entzündungen, Pneumonie und acutem Gelenkrheumatismus wurden jedoch von *Becquerel* und *Rodier* so wie von *Popp* die Körperchen übereinstimmend verringert gefunden.

Bei *Chlorose* hat man die Menge der trocknen Blutkörperchen auf 80, ja auf 46,2 p. m. herabsinken sehen. Bei *Spinalirritation* fand *Popp* wenigstens 120,5 p. m. (während nach *Popp* 120 das Mittel ist); im Maximum aber 140,5 p. m.; bei *Plethora* fand derselbe Forscher die Körperchen weit weniger vermehrt als bei Spinalirritation. *Schmidt,* der im normalen männlichen Blute 513 feuchte Blutzellen fand, sah die Zahl derselben in der Cholera auf 559 steigen; im weiblichen Blute (dessen Mittelzahl für die Blutkörperchen nach ihm etwa 400) ist, stieg die Zahl derselben auf 464. Diese nackten Ergebnisse der Analysen können aber so lange keinen physiologischen Werth erlangen, als nicht erwiesen ist, in welchen Fällen die Zunahme der Körperchen eine absolute und in welchen dagegen nur eine relative ist; für jetzt können wir fast nur errathen, in welchen Zuständen die Vermehrung der Blutzellen eine absolute, in welchen dagegen eine relative ist. In der Cholera ist das scheinbare Plus von Körperchen nur ein relatives; denn die vortrefflichen Untersuchungen *Schmidt's* und Andrer über das Cholerablut zeigen uns, dass das Blut in dieser Krankheit hauptsächlich Wasser und Salze verliert, dass das Serum demzufolge dichter wird, aber an Volumen verliert, und dass es deshalb in ein geringeres Verhältniss zu den Blutzellen treten muss; im Ganzen aber gehen nach *Schmidt's* Berechnung in der Cholera auch eine Menge Blutkörperchen zu Grunde, so dass

im Gesammtblute eines Gesunden absolut genommen weit mehr Blutzellen enthalten sind, als im Gesammtblute aus Cholerakranken.

In dem ersten Stadium (den ersten 8 Tagen) des Typhus, bei Plethora und Spinalirritation möchte man aber eine absolute Vermehrung der Zellen anzunehmen geneigt sein, wenigstens ist gerade in diesen Verhältnissen nirgends eine Ausscheidung des Serums oder einiger seiner Bestandtheile wahrzunehmen.

Wir unterlassen es, hier weiter in das Detail der Untersuchungen über das Verhältniss der Blutkörperchen zur Intercellularflüssigkeit in Krankheiten einzugehen, da die vorliegenden Untersuchungen noch keineswegs zu so abgerundeten und schlussfertigen Resultaten geführt haben, dass wir an diesem Orte, ohne tiefer in die einzelnen pathologischen Processe einzugehen, diese Gegenstände einer weitern Deduction zu unterwerfen wagten.

Ueber die Veränderungen, welche die Blutkörperchen selbst unter verschiednen physiologischen und pathologischen Verhältnissen, in ihrer chemischen Zusammensetzung erleiden, ist nur sehr wenig bekannt, da man bisher nicht die morphologischen Blutkörperchen in ihrer Constitution zu erforschen verstand, sondern sich nur darauf beschränkte, die oft erwähnten trocknen Blutkörperchen ohne Rücksicht auf das ihnen angehörige Wasser und die in ihnen enthaltenen löslichen Bestandtheile zu bestimmen. Wollte man den Versuch machen, aus den ältern Analysen diese Verhältnisse zu berechnen: so würde man, wo man nicht gänzlich an der Unmöglichkeit einer Berechnung scheiterte, doch sehr leicht zu Fehlschlüssen verleitet werden, da niemals alle Verhältnisse in Rechnung gezogen werden können bei den Folgerungen, die man aus einer Untersuchung ziehen will, welche aus einem ganz verschiedenen Gesichtspunkte angestellt worden ist. Wir halten wenigstens das Umrechnen der Analysen für eine höchst gefährliche Sache, sobald nicht wenigstens den umzurechnenden Analysen andre bereits nach bessern Methoden und dem neuen Gesichtspunkte ausgeführte zur Seite liegen. Es ist daher nur weniges, was die Wissenschaft jetzt sicheres besitzt über die Modificationen in der Zusammensetzung der Blutkörperchen.

Was zunächst den *Wassergehalt der Blutzellen* betrifft, so steht derselbe zweifelsohne in einem bestimmten Verhältnisse zum Wassergehalte des Serums; diess lässt sich leicht aus dem morphologischen Verhalten der Blutzellen bei Zusatz von Wasser, verdünnten oder concentrirten Salzlösungen ersehen. Die Blutzellen stehen auch in dieser Hinsicht in steter Wechselwirkung mit der Intercellularflüssigkeit. Dabei ist aber leicht einzusehen, dass die Bestandtheile der Blutzellen, da sie wesentlich verschieden von denen des Plasma sind, auch verschiedene Diffusionsäquivalente Wasser aufnehmen müssen, und

dass der Gehalt der Blutzellen an Wasser stets verschieden sein wird von dem Gehalte der Intercellularflüssigkeit an solchem. Wir haben schon oben aus *Schmidt's* Untersuchungen ersehen, dass die festen Bestandtheile der Blutzellen die des Serums fast um das Vierfache übertreffen d. h. wenn in 100 Th. Blutzellen 32 feste Theile enthalten sind, so finden sich in 100 Th. Serum wenig über 8 Th. fester Stoffe. Indessen geben die genauesten von *Schmidt* am Menschenblute und von mir am Pferdeblute ausgeführten Untersuchungen keineswegs ein constantes Verhältniss zwischen Wassergehalt der Blutzelle und Wassergehalt des Serums; diess war aber auch bei der verschiedenen chemischen Constitution der Blutzellen durchaus nicht zu erwarten. Es steht nur soviel fest, dass mit Abnahme des Wassers im Serum auch eine Abnahme desselben in den Blutzellen und mit Zunahme in jenem auch eine Vermehrung in diesen statt zu finden pflegt. Man hat aus den bisherigen namentlich mit krankem Blute angestellten Untersuchungen gewöhnlich den allgemeinen Satz ableiten zu dürfen geglaubt: der Wassergehalt des Blutes stehe im umgekehrten Verhältnisse zur Zahl der Blutkörperchen; es ist aus dem Angeführten leicht zu entnehmen, wie dieser Satz gedeutet werden muss, zumal da Ausnahmen genug von dieser Regel beobachtet werden; die Abnahme der festen Bestandtheile beschränkt sich in diesen Fällen nicht bloss auf die festen Stoffe der Blutzellen, sondern in entsprechender Proportion auf die des Serums. Es versteht sich aber bei einer absoluten Verminderung der Blutzellen und bei Vermehrung des Serums von selbst, dass das Blut in summa reicher an Wasser erscheinen muss, wenn die schwereren morphologischen Elemente in Abnahme sind. Wir werden beim Serum über die Verhältnisse Näheres angeben, welche einen grössern oder mindern Wassergehalt des Blutes bedingen.

Die Zusammensetzung der Blutkörperchen ist aber auch verschieden rücksichtlich ihrer nähern festen Bestandtheile. Wir haben gesehen, dass *Globulin* und *Hämatin* in den farbigen Blutzellen nicht in einem bestimmten Zahlenverhältnisse zu einander stehen. Das Hämatin der verschiedenen Thiere scheint nach *Mulder* vollkommen identisch zu sein, und man würde daher aus dem Eisengehalte der Blutkörperchen auf die Menge des Hämatins schliessen können. Nach *Schmidt's* theils directen Untersuchungen theils aus fremden Analysen abgeleiteten Berechnungen kommt im menschlichen Blute auf 1 Th. metallischen Eisens 230 (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet 251), im weiblichen Blute 229, im Blute des Ochsen 196,5, im Blute des

Schweins 223 und des Huhnes 307 Th. Blutkörperchen. Im ersten Stadium des Typhus, wo die Zahl der Blutkörperchen vermehrt ist, fand *Schmidt* jene Proportion = 1 : 220, also die Hämatinmenge vermindert; dagegen in Zuständen, wo die Zahl der Blutkörperchen vermindert ist, das Hämatin relativ vermehrt; denn das Verhältniss zwischen Eisen und trocknen Blutzellen fand er durchschnittlich bei Pneumonie = 1 : 248, bei Chlorose 1 : 269, in der Schwangerschaft = 1 : 249. Eben so machte *Schmidt* die oben berührte interessante Beobachtung, dass die Blutkörperchen nach wiederholten Aderlässen, wo das Blut wässriger wird, ärmer an Globulin und dagegen reicher an Hämatin werden.

Schmidt fand in Fällen, wo 3 Venäsectionen angestellt wurden bei Pneumonie (direct nach eigner Bestimmung), bei Tuberculose (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet) und in einem nicht specialisirten Falle (nach *Becquerel* und *Rodier* berechnet) folgenden Proportionen:

	Pneumonie	Tuberculose	Nicht specialisirt
1. Venäsection	248 : 1	256 : 1	252 : 1
2. —	233 : 1	252 : 1	247 : 1
3. —	221 : 1	234 : 1	212 : 1

Es steigt also bei auf einander folgenden Proportionen der relative Eisengehalt der Blutkörperchen. Die Deutung dieser Erfahrung ist sehr einfach: für das Hämatin ist allen Erfahrungen nach die Hüllenmembran der Blutzellen impermeabel, dagegen wird sie für den eiweissartigen Inhalt penetrabel sein; verliert nun das Blut feste Bestandtheile, so wird das Serum reicher an Wasser; es wird sich ein Diffusionsstrom einer verdünnteren Lösung in die Blutzelle hinein bilden, und dagegen ein concentrirterer aus der Blutzelle heraus; da nun Hämatin die Zellenwand nicht durchdringen kann, so muss der Verlust an festen Bestandtheilen, welchen die Blutzelle erleidet, hauptsächlich das Globulin treffen, und das Hämatin wird in ein solches Verhältniss zu Globulin + Hüllenmembran treten, dass es relativ vermehrt erscheint.

Im arteriellen Pferdeblute fand ich den Hämatingehalt der Blutzellen etwas grösser als in dem Blute der äussern Jugularvenen; dagegen war constant der Hämatingehalt der Blutzellen des Lebervenenblutes bei weitem geringer, als der des Pfortaderblutes.

Im arteriellen Pferdeblute wurde von mir das Verhältniss von Eisen zu trockenen Blutkörperchen = 1 : 394, in dem der Jugularvene = 1 : 390, in dem der Pfortader = 1 : 312 und in dem der Lebervenen = 1 : 500 im Mittel mehrerer Versuche gefunden. Der Mindergehalt der arteriellen Blutzellen an Hämatin gegenüber denen des Jugularvenenblutes ist nicht blos aus dem grössern Reichthum des arteriellen Blutes abzuleiten, sondern mehr noch und vielleicht ganz aus dem erheblichen Verluste an Fett, den die venösen Blutkörperchen beim Arteriellwerden d. h. durch die Respiration erleiden.

Wir haben schon oben, als wir von der Blutzellenbildung in der Leber sprachen, darauf aufmerksam gemacht, dass von dem Eisen, welches mit den Blutzellen der Pfortader der Leber zugeführt wird, ein kleiner Theil mit der Galle abgeschieden wird, dass aber der übrige Theil auf die in der Leber neu entstandenen Blutkörperchen sich gleichmässig zu vertheilen scheint, so dass das Eisen von 100 Blutkörperchen der Pfortader sich auf ungefähr 150 Blutkörperchen der Lebervenen ausbreitet; somit müssen die Blutzellen der Lebervenen ein Drittel Eisen weniger enthalten, als die der Pfortader.

Auch in dem Gehalte an *Fetten* müssen die Blutkörperchen Verschiedenheiten zeigen, da der Fettgehalt des Blutes bei verschiedenen Thieren und bei Menschen in verschiedenen Zuständen so ausserordentlich variabel ist. Ich habe in dieser Hinsicht besondere Aufmerksamkeit auf die Verschiedenheit des Fettgehalts der Blutkörperchen aus verschiedenen Gefässen eines und desselben Thieres gerichtet und gefunden, dass 100 Th. feuchter Blutzellen aus der Carotis eines Pferdes = 0,608 Th., aus der äussern Jugularvene = 0,652 Th., aus der Pfortader = 0,752 Th., aus der Lebervene = 0,684 Th. Fett im Mittel mehrerer Versuche enthielten. Diese Erfahrungen weisen wohl deutlich genug darauf hin, dass eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes noch die besten Aufschlüsse über die Fettmetamorphose und die Function der Blutzellen erwarten lässt. Es ist wenigstens, wie wir glauben, hierdurch der erste Schritt gethan, um auch eine chemische Umwandlung nachzuweisen, welche die Blutzellen in den Lungencapillaren durch den inspirirten Sauerstoff erleiden.

Dass die Blutkörperchen variable Mengen besonders *löslicher Salze* enthalten, geht schon aus *C. Schmidt's* oben angeführten Untersuchungen hervor, in welchen er die verschiedenen Proportionen der Kalisalze und Phosphate in den Blutzellen zu den Natron- und Chlorverbindungen des Serums für das Blut verschiedener Thierspecies ermittelte. Ich fand aber auch im Blute verschiedener Gefässe eines und desselben Thiers den Gehalt der Blutzellen an Salzen constant verschieden, so enthielten z. B. 100 gr. frischer Blutzellen aus der Temporalarterie eines Pferdes = 0,806 gr., aus der äussern Jugularvene = 0,632 gr., aus der Pfortader = 0,729 gr. und aus den Lebervenen = 0,893 gr. Salze (das Eisenoxyd der Asche abgerechnet). Es stellt sich also zwischen der Constitution der Zellen des arteriellen und venösen Blutes rücksichtlich des Salzgehaltes eine sehr erhebliche Differenz heraus; die des erstern enthalten mehr Salze, als die gewöhnlichen venösen Blutes. Auffallender ist aber noch das Verhältniss zwischen den Zellen des Pfortader- und Lebervenenblutes; denn während

das Serum des Pfortaderblutes bei weitem reicher an Salzen ist, als das des Lebervenenblutes, so tritt diese erhebliche Differenz im Salzgehalte der Zellen beider Blutarten um so mehr hervor.

Dass die arteriellen Blutzellen mehr Salze enthalten, als die venösen, ist wohl nur aus dem Verluste an andern Substanzen, namentlich Fett und vielleicht auch extractartigen Substanzen zu erklären, einem Verluste, den die venösen Blutzellen bei ihrem Durchgange durch das Lungencapillarnetz erleiden; die Zunahme der Salze beim Arteriellwerden der Blutzellen wird also wohl nur eine relative sein. Ganz anders verhält es sich mit dem Salzgehalte der Zellen des der Leber zufliessenden und abströmenden Blutes. Werden in der Leber, wie wir diess aus unsern Untersuchungen mehr als wahrscheinlich gemacht zu haben glauben, wirklich neue Blutkörperchen gebildet, so geht aus jener Thatsache hervor, dass die jüngern Blutkörperchen mehr Salze und weniger Hämatin, als die ältern Zellen des Bluts aus andern Gefässen enthalten, und dass eine gewisse Menge Salze aus dem Serum der Pfortader in die Blutzellen der Lebervene übergegangen sind. Diese Vermehrung der Salze in den Blutzellen des Lebervenenblutes erstreckt sich hauptsächlich auf Phosphate und Chlorverbindungen, wie ich in 3 vergleichenden Untersuchungen constant gefunden habe. In 100 Th. frischer Blutzellen des Pfortaderblutes fand ich durchschnittlich 0,1593 Th. Chlor und 0,0578 Th. an Alkalien gebundener Phosphorsäure, in 100 Th. der Lebervene aber 0,1796 von jenem und 0,0611 von dieser.

Hauptsächlich hat aber *Schmidt* durch seine Untersuchungen über die Constitution des Blutes bei *excessiven Transsudationsprocessen* diesen Gegenstand beleuchtet, und die Verschiedenheit des Gehalts der Blutzellen an Salzen dargethan. In der Cholera, wo durch die excessive Darmcapillartranssudation das Blut neben Wasser sehr grosse Verluste an Salzen erleidet, werden auch die Blutkörperchen in Mitleidenschaft gezogen. Die Intercellularflüssigkeit verliert besonders viel Wasser und Chlornatrium; rückwirkend entzieht diese den Blutzellen nicht nur einen Theil ihres Wassergehalts, sondern auch einen Theil ihrer Salze; da Kaliumverbindungen und Phosphate in den Blutzellen vorwalten, so gehen vorzugsweise diese in das Plasma über, und man findet daher im Serum des Cholerablutes mehr von diesen Verbindungen als in dem des gesunden Blutes. Die Blutkörperchen werden daher während der Cholera relativ reicher an fester organischer Materie, verlieren aber einen Theil der ihnen zukommenden löslichen Salze. *Schmidt* fand in der Blutzelle des gesunden Blutes das Verhältniss von Wasser zu den festen Bestandtheilen = 2,14 : 1, in der des Cholerablutes = 1,77 : 1; das Verhältniss der organischen Bestandtheile zu den anorganischen in den Zellen gesunden Blutes = 40 : 1, in denen des Cholerablutes = 58 : 1. Ein analoges nur

graduell verschiednes Verhältniss fand übrigens *Schmidt* auch im Blute nach Anwendung drastischer Laxanzen, da hier der mechanische Stoffwechsel ganz dem des Choleraprocesses entspricht. In andern Transsudationsprocessen, wo sich der Verlust, den das Blut erleidet, hauptsächlich auf die Albuminate, also auf die organischen Materien, bezieht (Dysenterie, Bright'sche Krankheit, Wassersucht aus verschiedenen Ursachen), hat *Schmidt* gerade entgegengesetzte Verhältnisse gefunden; so wie in dem Plasma die organischen Materien abnehmen, das Verhältniss der mineralischen aber zum Wasser sich ziemlich gleich bleibt, so auch in den Blutzellen. Das Verhältniss des Wassers zu den festen Bestandtheilen in den Blutzellen kann auf 2,4 : 1 kommen, das Verhältniss der organischen Stoffe aber zu den anorganischen auf 28 : 1. Die Salze bleiben aber nach *Schmidt's* Untersuchungen in der Zelle solchen Blutes in demselben Verhältnisse zu einander, wie in der des gesunden Blutes.

Rücksichtlich der sg. *Extractivstoffe* der Blutzellen ist nur wenig Positives bekannt; in 100 Th. frischer Blutzellen des Pfortaderbluts von Pferden fand ich durchschnittlich 0,482 Th. in denen des Lebervenenbluts aber 0,988 Th. salzfreier Extractivstoffe. In weit höherm Grade werden wir diese Stoffe in der Intercellularflüssigkeit des Lebervenenblutes gegenüber der des Pfortaderblutes vermehrt finden.

Die farblosen Blutkörperchen stehen im gesunden Blute der Zahl nach zu den gefärbten (nach *R. Wagner*) in dem Verhältniss von 1 : 8. Da die rothen Körperchen durch Zusatz von Wasser zum Blute unsichtbar gemacht werden, so kann man auf diese Weise ihre Menge annäherungsweise bestimmen, in der Entzündungscruste dagegen am besten durch Essigsäure, von welcher das Fibrincoagulum unter dem Mikroskop ganz durchsichtig und die darin eingebetteten Zellen weit deutlicher erkennbar gemacht werden. Während der Verdauung nimmt ihre Menge im Blute erheblich zu; beim Hungern verschwinden sie dagegen fast ganz, wie man wenigstens an hungernden Fröschen beobachten kann. Von einer Verminderung derselben sind sonst weniger Fälle bekannt, als von einer Vermehrung. *Remak* hob ihre ausserordentliche Vermehrung nach starken Blutverlusten hervor. Nach *Nasse* und *Popp* vermehren sie sich in Pneumonien und bei Tuberculose oft erheblich, aber nicht constant; in Typhus und Chlorose scheinen sie weder eine merkbare Vermehrung noch Verminderung zu erleiden. In der Pyämie sind diese Zellen im Blute allerdings oft sehr vermehrt, obwohl man auf diese Vermehrung mehr aus den sg. meta-

statischen Abscessen geschlossen, als sie direct beobachtet hat. Indessen kommt zuweilen in Zuständen, wo an eine sg. Eiterresorption nicht zu denken ist, z. B. bei mit Ausschlägen behafteten Hunden, im Blute eine ausserordentlich grosse Menge farbloser Körperchen vor.

Wir gehen nun zur Betrachtung der Modificationen in der chemischen Zusammensetzung der Intercellularflüssigkeit über, wie sie unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen gefunden worden ist, und suchen auch hier diese nach der Zu- oder Abnahme der einzelnen Bestandtheile vor Augen zu führen. Wir beginnen daher mit dem Faserstoffe, von dem jedoch das Wichtigste bereits früher (Th. 1. S. 367) mitgetheilt worden ist. Wir haben daher hier nur noch weniges hinzuzufügen.

Ueber die quantitative Differenz des Faserstoffs im *Venen-* und im *Arterienblute* ist man bis heute noch nicht völlig einig; doch stimmen *Lecanu* und *Nasse* darin überein, dass das Arterienblut reicher an Fibrin ist, als das Venenblut; auch meine Versuche am Pferdeblute stimmen damit überein; ich fand im Arterienblute = 6,814 p. m., im Jugularvenenblute = 5,384 p. m. Fibrin; während aber der Fettgehalt der Blutzellen und der des Serums in beiden Blutarten verschieden war, fand ich denselben im arteriellen und im venösen Fibrin fast vollkommen gleich (nämlich = 2,154 % im venösen und 2,168 % im arteriellen, trocknen Fibrin); in dem des Arterienblutes fand ich etwas mehr Asche (= 2,172 %) als in dem des Venenblutes (= 1,907 %). Das Fibrin des Arterienblutes gerinnt aber schneller als das des Venenblutes. In beiden Blutarten entsteht, wenn sie vom Pferde herrühren, in der Regel eine oberflächliche Fibrinschicht, diese ist aber viel bedeutender beim venösen Blut und mehr vom Blutkuchen abgegrenzt, als beim arteriellen, was hier also wohl hauptsächlich vom schnellern Gerinnen des arteriellen Fibrins abhängig ist; weniger von der langsamern Senkung der Zellen des arteriellen Blutes, denn diese sind specifisch schwerer (weil ärmer an Fett und reicher an Hämatin) als die venösen Blutkörperchen und sollten sich daher schneller senken.

Was den Unterschied im Faserstoffgehalte des *Pfortaderblutes* und des *Lebervenenblutes* betrifft, so ist schon oben erwähnt worden, dass ich im Pfortaderblute 4 bis 6 % Fibrin gefunden habe, während im Lebervenenblute sich nur Spuren oder gar kein eigentliches Fibrin vorfinden. Im Faserstoff des Pfortaderblutes fand ich 6,1 bis 7,8, *Fr. Chr. Schmid* 7,4 bis 8,7 % Fett.

Schmid beschreibt das Fibrin des Pfortaderblutes als eine schmierige, schleimartige oder gallertartige Masse; bei Pferden, die 5 bis 10 Stunden vor der Tödtung gefressen hatten, fand ich dasselbe ganz so beschaffen, wie im Jugularvenenblute; auch bildete es im geronnenen Pfortaderblute stets eine sehr dichte und consistente Cruste; so habe ich auch eine leichtere Löslichkeit dieses Fibrins in Salpeterwasser nicht finden können.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der Bestandtheile des Serums und zwar zuvörderst des Wassergehalts desselben in verschiedenen Zuständen. Auch über diesen Gegenstand verdanken wir vorzüglich *Nasse* die genauesten Angaben. Es bedarf hier nicht einer Wiederholung des bereits oben Erwähnten, dass der Wassergehalt des Serums sich auch auf den der Blutzellen reflectirt, und dass somit die folgenden Angaben über die Zunahme oder Abnahme des Wassers gleichzeitig auch auf das Gesammtblut bezogen werden können. Alle Experimentatoren ohne Ausnahme stimmen darin überein, dass das Blutserum der *Frauen* wasserreicher ist als das der *Männer;* diess hat z. B. auch die neueste Vergleichung beider Blutarten von *Schmidt* bestätigt; derselbe fand im Serum männlichen Blutes = 90,884 %, in dem weiblichen Bluts = 91,715 % Wasser. In der *Schwangerschaft* wird das Blut noch reicher an Wasser. Das Blutserum der *Placenta* enthält nach *Poggiale*[1]) weniger Wasser, als das der *Neugebornen;* das Blut der Neugebornen aber wiederum weniger, als das Erwachsener; im höhern Alter, namentlich im Greisenalter, nimmt der Wassergehalt wieder erheblich zu. *Nasse* hat dagegen das Blut des Embryo reicher an Wasser gefunden als das des Mutterthiers.

Bei *Thieren* ist der Wassergehalt des Serums und Blutes ebenfalls ziemlich verschieden; *Prevost* und *Dumas*, *Berthold*, *Nasse* und neuerdings *Poggiale* haben grössere Reihen von vergleichenden Untersuchungen angestellt; trotz mancher Differenzen im Einzelnen stimmen die Resultate dieser Beobachter darin überein, dass das Blutserum der Amphibien den höchsten Wassergehalt hat, das der Vögel aber durchschnittlich einen höhern als das der Säugethiere, dass aber unter den Säugethieren das Blutserum der Schweine am wenigsten, das der Ziegen und Schafe am meisten Wasser enthält.

Berücksichtigen wir den Wassergehalt des Blutserums *verschiedener Gefässe*, so ergiebt sich folgendes wenigstens als Regel: das Serum des Arterienblutes ist (trotz der entgegengesetzten Behauptung

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 198—201.

von *Lecanu* und *Letellier*) nach den Erfahrungen der meisten Beobachter wässriger und daher specifisch leichter, als das des Venenblutes; ich fand erst jüngst in dem Serum des Bluts aus der Temporalarterie eines Pferdes 89,333 %, in dem aus der äussern Jugularvene 86,822 % Wasser. *Zimmermann*[1]) fand das Serum aus Venen der hintern oder untern Extremitäten (bei Menschen und Thieren) ärmer an Wasser, als das der vordern oder obern.

Das *Pfortaderblutserum* ist nach den übereinstimmenden Erfahrungen von *Schultz*, *Simon*, *Fr. Chr. Schmid* reicher an Wasser, als das anderer Venen; diess hängt meinen Erfahrungen nach ebensowohl davon ab, ob die Thiere gerade in der Verdauung begriffen waren, als davon, ob sie vor der Tödtung viel Flüssigkeit zu sich genommen hatten oder nicht. Ich fand unter diesen verschiedenen Verhältnissen 92,342 % bis 88,684 % Wasser im Serum des Pfortaderbluts. Das Serum des Lebervenenblutes ist stets weit reicher an festen Bestandtheilen, als das des Pfortaderblutes; ich fand den Wassergehalt desselben in 5 Fällen nur schwankend zwischen 89,420 % und 89,298 %; eine Erfahrung, auf deren Wichtigkeit für die Leberfunction wir schon in dem Obigen (S. 96) aufmerksam gemacht haben.

Diess veranlasst uns, auf das Verhältniss des Wassergehalts des Serums und des Blutes im Allgemeinen zu der Zahl der Blutkörperchen zurückzukommen. Es ist eine auffallende Erscheinung, dass *gewöhnlich* ein Blut, dessen Serum viel Wasser enthält, desto weniger Blutzellen führt; diese Erfahrung machen wir ebensowohl am Blute unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen (ja selbst an dem aus verschiedenen Gefässen), sondern besonders auch an krankhaftem Blute; demnach wird das Blut, je reicher es an Wasser ist, auch desto mehr Serum oder Intercellularflüssigkeit enthalten; diess ist jedoch eine Regel, keineswegs ein Gesetz; denn es kommen nicht blos Ausnahmen hiervon vor, sondern es lässt sich auch selbst nach den genauesten in Bezug hierauf angestellten Analysen durchaus nicht etwa eine generelle Gleichung für dieses Verhalten aufstellen. So können z. B. im Lebervenenblute neben 100 Th. eines Serums, welches 89,3 bis 89,4 % Wasser enthält, ebensowohl 137 als 351 Th. frischer Blutzellen vorkommen. In krankhaftem Blute stossen wir auf ähnliche Fälle noch viel häufiger. Es hängt also die eine Eigenschaft des Blutes

1) *Zimmermann*, Arch. f. phys. Hlk. Bd. 6. S. 587—600.

wohl nicht von der andern ab, sondern es sind coordinirte Erscheinungen, d. h. die Bedingungen, welche auf eine Verminderung der festen Bestandtheile des Serums hinwirken, pflegen meistens gleichzeitig auch eine Verminderung der farbigen Blutzellen herbeizuführen.

Ob reichliches Getränk eine zeitweilige Vermehrung des Wassergehalts des Serums hervorbringe, lässt sich gewiss sehr schwer nachweisen, da ein wirklicher Ueberschuss von Wasser aus dem Blute so schnell entfernt wird. *Schultz*[1]) glaubt sich durch directe Versuche an Ochsen von einer Vermehrung des Wassergehalts im Blute nach reichlicherer Aufnahme von Wasser überzeugt zu haben; *Denis* läugnet dagegen diese Erfahrung, wenigstens beim Menschen. Dass dagegen bei Entziehung eigentlicher Nahrungsstoffe das Serum eine Verminderung an festen Bestandtheilen erleiden und dennoch eine Zunahme von Wasser eintreten wird, war zu erwarten, und bestätigt sich durch alle Untersuchungen, die mit dem Blute Gesunder oder Kranker angestellt wurden, wenn diese sich längere Zeit aller Nahrungsmittel enthalten oder nur kärgliche Nahrung zu sich genommen hatten.

Da in der grossen Mehrzahl von *Krankheiten* die Aufnahme von Nahrungsmitteln wegen Appetitlosigkeit oder ärztlich verordneter Diät sehr beschränkt, die Verdauung gestört ist, die Resorption von Nahrungsmitteln nur unvollkommen von Statten geht oder endlich wesentliche Nährstoffe durch profuse Excretionen, durch starke Säfteverluste (auch wohl wiederholte Aderlässe) u. s. w. verloren gehen, so muss bei unvollkommnem Wiederersatz des normaler oder abnormer Weise untergegangenem Stoffes immer eine Armuth an festen Bestandtheilen im Blute eintreten. Deshalb lauten die Analysen des Blutes von den meisten Krankheiten dahin, dass es specifisch leichter, d. h. ärmer an festen Bestandtheilen befunden worden ist, als normales Blut. Diese Armuth des Blutes an festen Bestandtheilen ist in der Regel nicht mit einer Verminderung der Gesammtmasse oder des Volumens des in den Gefässen kreisenden Bluts verbunden; denn wir werden bei der Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels zu dem Resultate gelangen, dass das Blut fortwährend sein ursprüngliches Volumen zu erhalten sucht, so lange nicht der ganze Mechanismus gestört ist. Wenn daher in Krankheiten dem Blute feste Stoffe entzogen und nicht wieder ersetzt werden, so erscheint dasselbe nicht nur wässriger, weil es weni-

1) *Schultz*, Hufelands Journ. 1838. H. 4. S. 291.

ger feste Bestandtheile zurückgehalten hat, sondern auch weil es noch mehr Wasser aufgenommen hat, als es im normalen Zustande enthielt. Der Wassergehalt des Blutes ist in solchen Zuständen nicht blos relativ, sondern auch absolut vermehrt. Schon im Beginn der meisten, namentlich acuten Krankheiten finden wir das Blut wässriger (mit Ausnahme der ersten 10 Tage des Typhus, des ersten Stadiums des Scharlachs und der Masern und der Cholera); allein nicht selten finden wir dabei das Serum dichter und reicher an festen Bestandtheilen oder wenigstens ebenso, wie bei normaler Mischung. Es muss hieraus geschlossen werden, dass nach dem ersten Auftreten gewisser Krankheiten zunächst die Blutkörperchen in grösserer Zahl zerstört oder wenigstens nicht hinreichend wieder ersetzt werden, dass deren Umwandlungsproducte im Serum einige Zeit verweilen und somit dessen feste Bestandtheile vermehren oder wenigstens dessen Verlust an solchen wieder ausgleichen. Im weitern Verlaufe der acuten Krankheiten (mit Ausnahme der Cholera) werden stets auch die festen Bestandtheile des Serums vermindert und sein specifisches Gewicht sinkt mehr oder weniger unter das normale. Hiervon machen nur der acute Gelenkrheumatismus, das einfache Erysipelas und die Puerperalperitonitis eine Ausnahme; in diesen Krankheiten nehmen nämlich die Blutkörperchen ausserordentlich ab, so dass das Gesammtblut wässriger erscheint, während das Serum dichter wird und mehr feste Bestandtheile enthält, als im normalen Zustande.

Man hat nun gewisse chronische Zustände, welche sich in Folge von schweren acuten Krankheiten, hauptsächlich aber solchen, die mit bedeutenden Säfteverlusten, colliquativen Ausleerungen oder vollkommen gestörter Ernährung verbunden sind, mit dem Namen *Anämie* und *Hydrämie* belegt. Die Begriffe, welche man mit diesem Namen verbunden hat, sind oft mit einander verwechselt worden, und an sich zum Theil weder logisch noch factisch wohl begründet. Man hat zunächst die Krankheitsform, welche man Chlorose zu nennen pflegt, mit jenen beiden Zuständen und namentlich mit der Anämie zusammengeworfen; soll aber unter Anämie eine absolute Verminderung des Bluts und seiner festen Bestandtheile verstanden werden, so gehört die Chlorose nicht zu den anämischen Zuständen; denn abgesehen von den pathologischen Gründen, so spricht auch die chemische Zusammensetzung des Blutes dagegen; denn in diesem ist nur die Zahl der Blutkörperchen vermindert, nicht aber das Gesammtvolumen des Bluts und nicht der Gehalt des Serums an festen Bestandtheilen. *Bec-*

querel und *Rodier*[1]) haben neuerdings dem Blutserum in verschiedenen Krankheiten eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und dabei das Serum Chlorotischer von ganz normaler Constitution gefunden. Sollte Plethora wirklich von einer absoluten Vermehrung des in den Gefässen kreisenden Blutes herrühren, so würde auch die bei Chlorose nicht allzu selten vorkommende Plethora gegen jede Identificirung der Begriffe Chlorose und Anämie sprechen. Ob eine wahrhafte Verminderung der gesammten Blutmasse vorkomme, ist wissenschaftlich nicht bewiesen und aus den Sectionsbefunden keineswegs zu schliessen; kommt daher eine wahrhafte Blutverminderung nicht vor, so würde der Begriff Anämie mit dem der Hydrämie vollkommen zusammenfallen; am Krankenbette wird er aber sicherlich in den meisten Fällen mit Hydrämie verwechselt. Die Ursachen der Hydrämie, d. h. eines grossen Wasserreichthums des Blutes und des Serums insbesondere, sind aus dem Obigen ersichtlich. So wie Hydrops nur die Folge des Leidens gewisser Organe ist, so auch Hydrämie; denn die eine folgt der andern mit Nothwendigkeit, da rein physikalische Gesetze die eine wie die andere bedingen; wird das Blut wässriger, so transsudirt das Eiweiss leichter durch die Capillaren dieser oder jener Organe, besonders dort, wo die Blutbewegung etwas gehemmt ist, daher Oedem der Füsse so häufig; geht Eiweiss durch den Harn, so wird das Blut ärmer an festen Bestandtheilen und das Serum transsudirbarer, daher der Bright'schen Krankheit steter Begleiter Hydrops ist. Tritt dagen Hydrops eher auf als Hydrämie, so wird letztere die nothwendige Folge des erstern sein, wenn reichliche Eiweisstranssudate das Blut wasserreicher machen, ohne dass dieses genügenden Ersatz an Nährstoffen von aussen erhält (*C. Schmidt*[2]).

Eine entschiedene und zwar absolute *Verminderung des Wassers* im Serum und Blute überhaupt wird eigentlich nur in der Cholera beobachtet, hierin stimmen alle Beobachter ohne Ausnahme überein; aus der wässrigen Beschaffenheit der Choleradejectionen, welche oft nur 0,3 bis 0,5 % feste Bestandtheile enthalten, ist jene Erfahrung leicht erklärlich.

Ausser den oben erwähnten Fällen von acutem Gelenkrheumatismus, Puerperalperitonitis und Erysipelas kommt eine Verminderung des Wassers des Serums, und zwar nur eine relative, bei chronischen

1) *Becquerel* und *Rodier*, Gaz. de Paris. No. 33 et 36. 1846.
2) *C. Schmidt*, Characteristik der Cholera. S. 116—151.

Herzkrankheiten vor. Sind aber bereits hydropische Erscheinungen eingetreten, so findet man das Serum stets reicher an Wasser als im normalen Zustande.

Ehe wir diesen Gegenstand verlassen, müssen wir bemerken, dass man neben dem Satze: das Wasser des Blutes stehe im umgekehrten Verhältnisse zu den Blutkörperchen, auch den Aphorismus aufgestellt hat: der Wassergehalt des Blutes sei direct proportional dem Gehalte desselben an Faserstoff. Zunächst müssen wir bemerken, dass diese Behauptung nicht wörtlich, d. h. nicht in mathematischem Sinne, zu nehmen ist, d. h. an eine durch eine Formel ausdrückbare Gleichung ist nicht zu denken. Vergleicht man die vorliegenden genauesten Analysen, so finden wir ebenso häufig den Faserstoff weit mehr in Zunahme, als die festen Bestandtheile des Blutes und des Serums in Abnahme, und ebenso oft die letztern weit mehr abgenommen, als den Faserstoff vermehrt. Es ist daher auch nicht möglich gewesen, die Vermehrung des Fibrins in Entzündungen aus der Abnahme des Albumins direct abzuleiten, d. h. die Zunahme des Faserstoffs durch eine zu jähe Umwandlung des Albumins in Fibrin zu erklären, wie man diess wohl versucht hat. Jener Satz lässt sich nur so fassen: in denjenigen physiologischen und pathologischen Zuständen, welche von einer grössern oder geringern Vermehrung des Faserstoffs begleitet sind, pflegt man bei gleichzeitiger Abnahme der farbigen Blutkörperchen das Wasser des Bluts in sehr verschiedenem Grade vermehrt zu finden, keineswegs aber immer auch das Wasser des Serums; denn z. B. im acuten Gelenkrheumatismus, wo das Fibrin oft so sehr vermehrt ist, finden wir im Gegentheil den Wassergehalt des Blutes (relativ zu der Menge fester Serumbestandtheile) vermindert; bei Hydrämie ist der Wassergehalt des Serums ausserordentlich vermehrt, während das Fibrin kaum die normalen Grenzen überschreitet.

Gehen wir zu dem Albumin über, von dessen Vorkommen und Verhalten im Blute im Allgemeinen schon (Th. 1. S. 351) die Rede gewesen ist.

Der Eiweissgehalt des Serums pflegt in der Regel mit den übrigen festen Bestandtheilen desselben zu- und abzunehmen; doch sind leider die meisten Blutuntersuchungen nur auf die Bestimmung des festen Serumrückstandes beschränkt, so dass über das Verhältniss desselben zum Albumingehalte oft gar nichts ermittelt ist; ja die meisten Untersuchungen krankhaften Bluts sind (bis auf die von *Scherer* und *C. Schmidt*) nicht recht schlussfertig, nicht blos weil die Bestim-

mungsweise des Albumins eine unpassende war, sondern auch, weil man das Verhältniss der Intercellularflüssigkeit zu den Blutzellen zu wenig berücksichtigte oder nicht genau zu erforschen verstand. Um einen wissenschaftlichen Schluss aus solchen Untersuchungen ziehen zu können, reicht es keineswegs blos hin, eine absolute oder relative Vermehrung oder Verminderung nachzuweisen; es ist vielmehr nothwendig, speciell zu ermitteln, in Bezug auf welche Bestandtheile des Blutes eine Zunahme oder Abnahme des Albumins stattgefunden hat; erst wenn diese an sich höchst wichtigen Verhältnisse bis ins Detail verfolgt sind, lässt sich durch Induction eine Folgerung auf die Art der pathologischen Umwandlungen begründen. Ein solches nach allen Richtungen hin ausgedehntes Studium der quantitativen Verhältnisse des Albumins im krankhaften Blute wird erst der Schlüssel, durch den wir eine wahre Humoralpathologie eröffnen können; gehen doch zweifelsohne vom Albumin alle Metamorphosen im Blute aus. Denken wir nur daran, durch wie vielfache Verhältnisse die Zahl des Albumins im Blute verändert werden kann, z. B. durch Vermehrung oder Verminderung des Serums, durch Zunahme und Abnahme von Wasser nicht blos, sondern auch von Salzen oder Extractivstoffen, durch Aufnahme von Albumin aus der übrigen Säftemasse oder durch Verluste von solchen durch Exsudate oder reichliche Excrete, durch reichliche Nahrung, durch Aufnahme von Bestandtheilen untergegangener Blutzellen u. s. w. Man überschaue die Analysen, wo der Eiweissgehalt des Blutes wirklich nach einer guten Methode bestimmt ist, und man frage sich, ob man darnach jene Fragen zu beantworten sich erkühnt.

Der Albumingehalt des Venenblutes nimmt während der Verdauung bedeutend zu.

Im Serum des Jugularvenenblutes fand *Fr. Chr. Schmid* bei Pferden, welche längere Zeit vor dem Tödten *gehungert* hatten, durchschnittlich = 6,68 %, bei solchen, welche vor der Tödtung gefüttert worden waren, = 9,08 %.

Im *arteriellen* Blute ist weniger Albumin enthalten als im *venösen*; dies fand schon vor längerer Zeit *Fz. Simon*. Im Serum venösen Pferdeblutes bestimmte ich 11,428 % und in dem des arteriellen 9,217 % Albumin. Im Serumrückstande des venösen Blutes kamen aber auf 100 Th. Albumin 15,3 Extractivstoffe und Salze, im arteriellen dagegen auf 100 Th. Albumin 15,7 Extractivstoffe.

Das Serum des *Pfortaderblutes* pflegt ärmer an Albumin zu sein, als das des Jugularvenenblutes; *Schmid* fand in dem von hungernden

Pferden durchschnittlich = 5,19 %, in dem von gesättigten = 6,71 % Albumin; ich bei Pferden 5 und 10 Stunden nach der Fütterung zwischen 6,015 bis 6,997 %. Im festen Rückstande des Pfortaderblutserums verhält sich meinen Untersuchungen nach (5 St. nach der Fütterung) das Albumin zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 22,5.

Der Gehalt des *Lebervenenblutserums* an Albumin bei Pferden, mochten dieselben 5 oder 10 Stunden vorher gefüttert worden sein, schwankte nur zwischen 10,487 % und 10,702 %; das Serum des Lebervenenbluts ist also bei weitem reicher an Albumin als das der Pfortader und der Jugularvene; vergleicht man aber die andern festen Bestandtheile des Serums mit dem Albumin, so findet sich eine Verminderung des Albumins im Serum der Lebervene gegenüber dem der Pfortader; denn während ich in letzterer das Verhältniss von Albumin zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100 : 22,5 fand, war es in dem der Lebervene constant = 100 : 38,4. Dass aber das Albumin im Lebervenenblute nicht blos relativ, sondern auch absolut vermindert ist, geht auch aus der Zusammensetzung des Gesammtblutes hervor; im Pfortaderblute findet sich weit mehr Serum als im Lebervenenblute, so dass ich durchschnittlich das Verhältniss von Albumin des Pfortaderblutes zu dem der Lebervene = 3 : 2 fand.

Wenn die Intercellularflüssigkeit von 1000 Th. Pfortaderblut = 24,453 Th. Albumin enthielt, so wurden in der der Lebervene = 16,553 Th. gefunden; (= 100 : 67,7), in einem andern Falle war das Verhältniss = 29,606 : 19,806; (= 100 : 66,9), in einem dritten Falle (10 St. nach dem Füttern) = 44,330 : 32,447 (= 100 : 73,1). Es kann also diesen Zahlen nach nicht bezweifelt werden, dass in der Leber durchschnittlich 30,2 % des diesem Organe zugeführten Albumins in andere Substanzen umgewandelt und wohl vorzugsweise zur Zellenbildung verwendet werden.

Dass *Simon*[1]) im Lebervenenblute so wenig Blutkörperchen gefunden hat, liegt lediglich an der vom ihm angewendeten, analytischen Methode.

Den Albumingehalt des Serums hat man in folgenden *Krankheiten* vermindert gefunden: in einfachen ephemeren und remittirenden Fiebern (nur wenig vermindert), bei heftigen Entzündungen im spätern Verlaufe des Typhus (*Becquerel* und *Rodier*), erheblich vermindert bei Scorbut (*Andral* und *Gaverret*, *Becquerel* und *Rodier*, *Favre*[2]), bei Malaria (*Salvagnoli* und *Gozzi*[3]), Puerperalfieber (*Scherer*)[4]), in

1) *Simon*, Journ. f. prakt. Ch. Bd. 22. S. 118.
2) *Favre*, Compt. rend. T. 25. p. 1136.
3) *Salvagnoli* und *Gozzi*, Gaz. di Milano. No. 30. 1843.
4) *Scherer*, Untersuchungen etc. S. 74—96.

Dysenterie (*Leonard* und *Folley*[1]), *C. Schmidt*) in Bright'scher Krankheit und Hydrops aus verschiedenen organischen Leiden (nach frühern Forschern besonders genau von *C. Schmidt* nachgewiesen). Vermehrt wurde der Albumingehalt des Serums gefunden: bei intermittirenden Fiebern (*Becquerel* und *Rodier*), nach drastischen Laxanzen und in der Cholera (*C. Schmidt*).

Auf den *Fettgehalt* des Serums ist im Allgemeinen nur ein geringerer Werth gelegt worden, und wir wissen daher bei dem Mangel guter positiver Unterlagen nur sehr wenig über die wechselnden Verhältnisse dieser Stoffe in physiologischen und pathologischen Zuständen. In den meisten Fällen, wo eine Bestimmung des Fettes vorgenommen wurde, ist der Fettgehalt des Gesammtblutes ermittelt worden, so dass über dessen Vertheilung auf Blutzellen und Serum nicht viel vorliegt.

Der Gehalt des normalen Blutserums an Fett beträgt nach den Erfahrungen von *Simon*, *Nasse*, *Becquerel* und Anderen ungefähr 0,2 %, und 2,22 % des festen Serumrückstandes.

Ueber den Fettgehalt des Blutes im Allgemeinen vergleiche man Th. 1. S. 236.

Obgleich der Genuss von Fett nach den früher erwähnten Untersuchungen von *Boussingault* keine Vermehrung des Fettes im Blute hervorzubringen scheint, so ist doch die Nahrung nicht ohne Einfluss auf den Fettgehalt des Blutes; denn man hat während der Dauer des Verdauungsprocesses nicht nur den Chylus und das Pfortaderblut reicher an Fett, sondern zuweilen auch das Serum des Blutes im Allgemeinen von Fett sogar getrübt gefunden (*Thomson*[2]). Auch fand *Schmid* im Serum gefütterter Pferde fast noch einmal soviel Fett als in dem hungernder.

Von einem Pferde, welches 3 Tage lang mit Stärkmehlbolis gefüttert worden war, hatte ich vor dieser Fütterung und nach dieser Fütterung aus der Carotis und aus der Jugularvene Blut entzogen, und dasselbe analysirt; in folgender Weise lässt sich das Resultat dieser Untersuchung rücksichtlich des Fettgehalts vielleicht am besten übersehen:

		Fettgehalt des vor der Fütterung	Fettgehalt des nach der Fütterung
Blutkuchens	aus der Carotis	1,996	1,665
	aus der Jugularvene	2,924	1,366
Serums	aus der Carotis	2,479	1,465
	aus der Jugularvene	2,984	2,226

1) *Leonard* und *Folley*, Rec. des mém. de chir. et de pharm. milit. T. 60. 1846.
2) *Thomson*, Philos. Mag. 3 S. T. 26. p. 322 u. 418.

Es leuchtet aus diesem Versuche nicht blos der constante Unterschied zwischen arteriellem und venösem Blute ein, sondern auch der Einfluss einer unvollkommenen Nahrung, wie die des reinen Stärkmehls, auf die Verminderung des Fettes im Blute. Die für den Fettgehalt des venösen Blutkuchens nach der Fütterung mit Stärkmehl erhaltene Zahl mag übrigens wohl auf einem Beobachtungsfehler beruhen.

Das Blut der Frauen ist nach *Becquerel* durchschnittlich etwas reicher an Fett, als das der Männer.

Im Serum des *arteriellen* Blutes ist weniger Fett enthalten, als in dem des venösen; meine Erfahrungen stimmen in dieser Hinsicht mit denen *Simon's* überein; so fand ich in dem arteriellen Serum eines Pferdes = 0,264 % (oder 2,479 % des festen Rückstandes), in dem venösen = 0,393 % (oder 2,984 % des festen Rückstandes). *Schmid* fand im *Jugularvenenblutserum* hungernder Pferde durchschnittlich nur 0,07 % (0,93% des f. R.), in dem gefütterter = 0,13% (1,14 % d. f. R.).

Es könnte hier die Differenz meiner Versuchsresultate und der von *Schmid* angeführten auffallen; ich muss aber bemerken, dass das Blut dieses Pferdes, welches zu vergleichenden Versuchen des arteriellen und venösen Blutes vor und nach einer 3tägigen Fütterung mit reinem Stärkmehl diente, fettreicher war, als ich selbst sonst das Pferdeblut gefunden; das leuchtet auch aus einem Vergleiche der weiter unten von mir für den Fettgehalt des Pfortader- und Lebervenenblutes angegebenen Zahlen ein, die theilweise geringer ausgefallen sind, während doch diese Blutarten sonst mehr Fett als das gewöhnliche arterielle oder venöse Blut enthalten. In den Blutzellen desselben Pferdes war, wie aus den weiter oben angeführten Zahlen zu ersehen ist, der Fettgehalt keineswegs in ähnlicher Weise vermehrt, so dass also der grössere Fettreichthum, durch den venöses wie arterielles Blut jenes Pferdes sich auszeichnete, nur auf das Serum beschränkt war. Ich finde übrigens in meinen Diarien nicht, dass das Blutserum dieses Pferdes trüb gewesen wäre oder unter dem Mikroskop Fetttröpfchen hätte wahrnehmen lassen.

Das Serum des *Pfortaderblutes* ist nach *Schultz* und *Simon* weit reicher an Fett, als das des Jugularvenenblutes; *Schmid* fand in dem von hungernden Pferden durchschnittlich 0,10 % (1,36 % des f. R.), in dem von gefütterten Pferden = 0,21 % (2,06 % des f. R.); ich fand in solchem Serum von Pferden, die 5 bis 10 St. vorher gefüttert worden waren, durchschnittlich 0,2843 % Fett (3,645 % des f. R.).

Das Serum des *Lebervenenblutes* enthielt weniger Fett als das der Pfortader, aber weit mehr als das der Jugularvenen; durchschnittlich fand ich darin 0,2722 % (= 2,568 % des f. R.).

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, dass bei einer Vergleichung des Gesammtblutes (Serum + Blutzellen) sich die Differenz im Fettgehalte beider Blutarten noch bedeutender herausstellt, da das Pfortaderblut überwiegend viel Serum, das Lebervenenblut aber verhältnissmässig wenig enthält; man vergl. die S. 81 angeführten bezüglichen Zahlen.

Ueber den Fettgehalt des Serums in *Krankheiten* haben *Becquerel* und *Rodier* noch die sorgfältigsten Untersuchungen angestellt; es ergiebt sich aus denselben, dass fast schon vom Beginne jeder acuten Krankheit an die Fette des Blutes vermehrt sind, vorzugsweise das Cholesterin. Unter den chronischen Krankheiten wurde das Fett und wiederum hauptsächlich das Cholesterin besonders bei Leberaffectionen, daher bei Icterus und bei Trunksucht, so wie bei Bright'scher Krankheit, Tuberculose und Cholera vermehrt gefunden.

Im *Thierblute*, auf dessen Fettgehalt schon (Th. 1. S. 256) aufmerksam gemacht worden ist, scheint die Menge des Fettes unter scheinbar gleichen Verhältnissen sehr variabel zu sein; wenigstens hat oft ein und derselbe Beobachter (z. B. *Nasse*) im Blute derselben Thierspecies sehr verschiedene Quantitäten Fett gefunden.

Nasse[1]) fand im Blute der Ziegen und Schaafe am wenigsten Fett, etwas mehr in dem der Pferde; mehr bei Hunden; Schweinsblut enthielt aber nicht mehr als das der Hunde. Jüngerer Hunde Blut enthielt mehr Fett als das älterer; umgekehrt war jedoch das Verhältniss beim Ochsen und Kalbe.

Auch auf die Mengen der Extractivstoffe im Blutserum ist nur von wenigen Analytikern Rücksicht genommen worden; wenigstens wurden sie immer zugleich mit den Salzen bestimmt; ihre Zahl würde sich wohl aus manchen Analysen berechnen lassen, wenn man nicht fürchten müsste, einerseits durch Zurechnung des Verlustes der ganzen Analyse eine zu grosse Ziffer oder wegen geschehener unvollkommener Austrocknung eine bei weitem zu kleine Ziffer zu erhalten. Allein auch, wo die Menge der Extractivstoffe direct bestimmt wurde, finde ich nach eignen und fremden Untersuchungen deren Zahl sehr differirend, zwischen 0,25 und 0,42 %. Wenn man erwägt, was alles zu den Extractivstoffen gezählt wird, und wie dieselben bald durch die Producte der progressiven, bald durch jene der regressiven Metamorphose vermehrt werden, so dürfte diess nicht zu verwundern sein.

Nasse hat im Blute von *Kindern* und *jungen Thieren* mehr Extractivstoffe gefunden, als in dem Erwachsener; in dem von Menschen am meisten, etwas weniger in dem von Pferden und weit weniger in dem von Rindern.

1) *Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 18. S. 146.

Im *arteriellen* Blute ist nach den wenigen von mir mit Pferdeblut angestellten Untersuchungen mehr Extractivstoff enthalten, als im venösen; während der feste Bestandtheil des venösen Blutserums durchschnittlich 3,617% Extractivstoffe enthielt, wurden in dem des arteriellen 5,374% gefunden.

Das Serum des *Pfortaderblutes* enthält mehr Extractivstoffe (stets salzfrei durch Einäschern der ätherischen, durch Wasser von Fett befreiten, alkoholischen und wässrigen Auszüge bestimmt), als das des Jugularvenenblutes; am meisten Extractivstoffe enthält aber das Serum des *Lebervenenbluts*. Bei Pferden, die 5 bis 10 St. vorher gefressen hatten, fand ich durchschnittlich im festen Rückstande des Serums vom Pfortaderblut = 7,442% (salzfreie) Extractivstoffe; mehr noch (= 10%), wenn die Thiere 24 St. lang gehungert hatten; vom Lebervenenblute aber ziemlich constant etwas über 18% (18,1 bis 18,5%).

In *Krankheiten* hat man besonders bei Puerperalfieber (*Scherer*) und bei Scorbut die Extractivstoffe vermehrt gefunden.

Zur quantitativen Darlegung der im Blutserum enthaltenen Salze wäre es vor allen Dingen nothwendig, dass man genau das Verhältniss kennte, in welchem die Zahl der durch Einäschern erhaltenen Mineralstoffe zu der Zahl der im Blute präformirten Salzen steht, und in welcher Weise die Säuren und Basen der Asche in dem frischen Serum gruppirt sind; wir wissen aber aus dem Frühern, dass wir je nach der Methode der Verkohlung und Einäscherung thierischer Substanzen die Asche leider oft sehr verschieden constituirt finden. Daher rührt es, dass trotz der Sorgfalt, welche so viele Forscher auf die Bestimmung des Salzgehaltes im Blute verwendet haben, die bezüglichen Resultate doch wenig vergleichbar unter einander oder wenigstens so beschaffen sind, dass sie uns verhindern, weitere Schlussfolgerungen darauf zu begründen.

Nach den besten Analysen dürfte die Asche des Serums etwa folgende Zusammensetzung haben:

Chlornatrium	= 61,087
Chlorkalium	= 4,054
Kohlensaures Natron	= 28,880
Phosphorsaures Natron ($Na_2\dot{P}$)	= 3,195
Schwefelsaures Kali	= 2,784
	100,000.

Das Blutserum der Männer enthält durchschnittlich etwas mehr Salze, als das Blut der Frauen; das erstere durchschnittlich 8,8%, das letztere 8,1%; indessen ist die Breite, zwischen welcher die Schwankungen im Salzgehalte des Serums bei beiden Geschlechtern im normalen Zustande stattfinden, ziemlich ausgedehnt.

Nach *Nasse* und *Poggiale*[1]) sind im Serum Erwachsener mehr Salze enthalten, als in dem von Kindern oder jüngern Thieren.

Der Gehalt des Thierblutes an Salzen scheint nach den Untersuchungen von *Nasse* und *Poggiale* nicht von den diätetischen Kategorien abzuhängen; das Blut der Katzen, Ziegen, Schafe und Kälber enthält nach diesen Forschern am meisten Salze, dann folgt das Blut der Vögel, dann das der Menschen und Schweine; am wenigsten enthält aber das der Hunde und Kaninchen.

Nasse fand die meisten *Alkaliphosphate* in der Blutasche von Schweinen, Gänsen und Hühnern, am wenigsten in der von Ziegen und Schafen; am meisten *schwefelsaures Natron* in der von Schafen, am wenigsten in der von Hühnern und Gänsen, die grösste Menge *kohlensaures Alkali* in der von Schafen, die geringste in der von Gänsen und Hühnern, am meisten *Chloralkalien* in der von Ziegen und Hühnern, am wenigsten in der von Kaninchen.

Auch das Blutserum *verschiedener Gefässe* enthält verschiedene Mengen Salze; nach *Nasse's* und meinen eignen Erfahrungen enthält das arterielle Blutserum etwas mehr Salze als das venöse. *Schultz*, *Simon* und *Schmid* fanden im Pfortaderblute weit mehr Salze als im Jugularvenenblute (*Schmid* wenigstens die Hälfte mehr). Das Serum des Pfortaderblutes enthält aber auch bei weitem mehr Salze als das des Lebervenenblutes; während in ersterem bei Pferden durchschnittlich 0,850% (= 10% des festen Rückstandes) enthalten sind, finden sich in letzterem nur 0,725% (= 7% des f. R.). Nimmt man dazu, dass im Blute der Lebervene weit weniger Serum enthalten ist, als in dem der Pfortader, so erscheint das Blut der letzteren noch weit reicher an Salzen als das der ersteren.

Durch längern Genuss von kochsalzreichen Nahrungsmitteln wird das Blut reicher an Salzen und namentlich an Chlornatrium (*Poggiale* und *Plouviez*[2]).

G. Zimmermann[3]) hat in 5 an Menschen angestellten Versuchen und einer an einem Pferde gemachten Beobachtung gefunden, dass in

1) *Poggiale*, Compt. rend. T. 25. p. 109—113.
2) *Poggiale* und *Plouviez*, ebendas.
3) *G. Zimmermann*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 522—530

der letzten Portion Blut eines und desselben Aderlasses die löslichen Salze in grösserer Menge enthalten sind, als in der ersten Portion, dass diese Vermehrung sich aber hauptsächlich auf die Chloralkalien bezieht, während die übrigen Salze abgenommen haben.

In *Krankheiten* sind die alkalischen Salze des Blutes erheblichen Schwankungen unterworfen; indessen lassen auch hinsichtlich dieser die meisten der bisherigen Blutanalysen noch vieles zu wünschen übrig; es steht nur soviel fest, dass bei heftigen Entzündungen diese Salze sehr vermindert, bei acuten Exanthemen dagegen und im Typhus sehr vermehrt gefunden werden. Ausserdem hat besonders *C. Schmidt* die erhebliche Verminderung der löslichen Salze im Serum des Cholerablutes, und deren Vermehrung bei Dysenterie, Bright'scher Krankheit und allen Arten von Hydrops und Hydrämie nachgewiesen. *Leonard* und *Folley* endlich, so wie *Salvagnoli* und *Gozzi* fanden in mehreren endemischen Krankheiten: Dysenterie, Malaria, bösartigen Wechselfiebern, Skorbut u. dergl. m. die Salze oft um das Doppelte vermehrt.

Höchst wichtig wäre es, den Gehalt des Blutes an Gasen unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen zu kennen; ja es scheint uns, dass gerade von diesem Punkte aus erst eine rationelle Untersuchung des Blutes ausgehen muss, ehe die übrige Constitution desselben uns ein höheres Interesse darbieten kann. Alle Schlüsse, die man aus den Analysen des Blutes ziehen zu dürfen glaubt, bleiben Conjecturen, so lange durch genaue Bestimmungen des Gasgehalts des Blutes nicht gewissermassen die Probe auf das Exempel gemacht worden ist. Wer eine gute Blutanalyse anzustellen versteht, dem werden auch die Mittel nicht fehlen, eine quantitative Untersuchung der Gase des Bluts in Krankheiten auszuführen; ist eine solche Analyse auch schwierig, so ist sie doch ausführbar, sobald die nur scheinbar rationelle Mode, gar keinen Aderlass zu machen, unter den Aerzten nicht noch mehr um sich greift. Für jetzt ist ausser den schon oben S. 181 angeführten Zahlenresultaten, wie sie vorzüglich *Magnus* erhalten hat, nichts Sicheres bekannt.

Wir haben nur noch auf einige ungewöhnlichere oder sparsamere Bestandtheile des normalen oder krankhaften Blutes aufmerksam zu machen. Es wurde bereits oben des Zuckers als eines integrirenden Bestandtheils des Blutserums Erwähnung gethan. Im Rindsblute fand *C. Schmidt* 0,0069 p. m. bis 0,0074 p. m. gährungsfähigen Zucker, im Blute eines Hundes 0,015 p. m., im Blute einer Katze

0,021 p. m. Im Serum des Pfortaderblutes fand ich in den Fällen, wo bei den geringen Mengen desselben der Zucker nachweisbar war, 0,0038 bis 0,0052 p. m., im Lebervenenblute 0,041 bis 0,059 p. m.; im Blute von Diabetikern, wo dessen Existenz schon öfter dargethan worden ist, habe ich nie mehr als 0,047 p. m. Zucker nachweisen können.

Von den Quantitäten, in welchen nach *Garrod* im normalen und krankhaften Blute Harnsäure vorkommen soll, ist bereits Th. 1. S. 223 die Rede gewesen.

Der Harnstoffgehalt im Blute hat sich noch nicht quantitativ bestimmen lassen; wäre aber, wie behauptet worden ist, in 4 Unzen gesunden Blutes Harnstoff nachweisbar (Th. 1. S. 170), so würde derselbe gewiss in krankhaftem Blute mit Leichtigkeit bestimmt werden können: was aber nicht der Fall ist.

Kieselsäure hat zuerst *Henneberg* im Blute der Hühner nachgewiesen und *Millon* deren Mengen bestimmt (vergl. Th. 1. S. 438).

Von dem Gehalte des krankhaften Blutes an kohlensaurem Ammoniak wurde bereits im 1. Th. (S. 426) gesprochen, eine quantitative Bestimmung desselben ist nicht versucht worden. Zu dem früher Bemerkten haben wir nur hinzuzufügen, dass dasselbe neuerdings auch im Blute *Cholerakranker* von *C. Schmidt*, so wie auch von mir nachgewiesen worden ist. Während Harnstoff im Blute auch solcher Cholerakranker von mir nachgewiesen werden konnte, welche vor dem Eintritte jener Symptomengruppe, die man Urämie nennt, unterlagen, fand ich stets das Blut ammoniakhaltig und die Magenschleimhaut im Leichname stark alkalisch, sobald die der Urämie eigenthümlichen Cerebralsymptome eingetreten waren. Auch aus den analogen Erfahrungen, die ich am Blute Bright'scher Kranker und Scarlatinakranker gemacht habe, möchte ich den Schluss ziehen, dass nicht Harnstoff-, sondern Ammoniakgehalt des Blutes die Erscheinungen der Urämie bedingt; dafür sprechen auch die Versuche *Cl. Bernard's* und *Barreswil's* [1]), der bei Hunden die nachtheiligen Folgen der Nierenexstirpation erst dann eintreten sah, wenn der Magensaft alkalisch abgesondert wurde.

So eben kommen mir die interessanten Versuche von *Stannius* [2]) zu Gesicht; derselbe fand nach Exstirpation der Nieren und selbst nach gleichzeitiger Injection von Harnstoff in den Secretionen, d. h. im Magen- und Darmsafte, in der Galle niemals Harnstoff, wohl aber im serös-blutigen Exsudate der Bauch-

1) *Cl. Bernard* und *Barreswil*, Arch. génér. de médec. Avril 1847.

2) *Stannius*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 9. S. 201—219.

höhle; dagegen wurde nach dem Tode der Thiere Magensaft und Galle, so wie alle Ausscheidungen ausserordentlich reich an Ammoniaksalzen gefunden; *Stannius* hat demnach den sichersten Beweis geliefert, dass wenigstens von blosser Harnstoffretention die Erscheinungen der Urämie nicht herrühren können. *St.* läugnet übrigens die Möglichkeit des Uebergangs von Harnstoff in die Magenflüssigkeit gänzlich; ich glaube mich dagegen, gleich *Marchand*[1]), von von der Gegenwart dieses Stoffs im Mageninhalte und dem Ausgebrochenen nephrotomirter Hunde ganz entschieden überzeugt zu haben.

Die Mengen Gallenpigments, Gallensäuren und abnormer Pigmente, welche man zuweilen in krankhaftem Blute gefunden hat, haben nicht quantitativ bestimmt werden können.

Wir haben in dem Vorhergehenden eine Uebersicht über die quantitativen Verhältnisse der Blutbestandtheile unter verschiedenen äussern und innern Bedingungen zu geben versucht; wir haben dabei jeden einzelnen Bestandtheil für sich näher ins Auge gefasst und die Zunahme und Abnahme desselben verfolgt, so weit die bisherigen Untersuchungen ausreichten; wir glaubten, dass wir auf diesem Wege allein eine tiefere Einsicht in die Metamorphosen des Blutes und den thierischen Stoffwechsel überhaupt erlangen könnten; denn wie können wir über das Ganze Aufschluss erwarten, sobald nicht seine einzelnen Theile in allen ihren Beziehungen gehörig geprüft sind? Besteht doch der Stoffwechsel im Blute eben nur in den verschiedenen Beziehungen, in welchen die Bestandtheile des Blutes unter verschiedenen Umständen in qualitativer und quantitativer Rücksicht zu einander treten. Wir hielten es daher (und aus den bereits S. 7 angeführten Gründen) für rationeller, für förderlicher dem Studium und der Wissenschaft, wenn wir in unserer Darstellung der Constitution des gesunden und krankhaften Blutes von seinen Bestandtheilen ausgingen, wenn wir das Blut nach chemischen Kategorien behandelten. Indessen dürfte doch eine kurze Zusammenstellung der bisher erlangten Ergebnisse der Blutuntersuchung nach physiologischen und einigen in der Pathologie recipirten Kategorien ebenso sehr die Uebersicht über das Ganze befördern, als die Anwendung auf einzelne physiologische und pathologische Processe erleichtern. Wir fügen daher, so unpassend an sich eine Wiederholung des bereits, wenn auch in anderer Form, Gesagten erscheinen mag, eine kurze Darlegung der verschiedenen Constitution des Blutes bei verschiedenen physiologischen und pathologischen Vorgängen bei, indem wir auf diese Weise zugleich der gewöhnlichen Behandlungsweise dieses Gegenstandes und den etwaigen Erwartungen der Praktiker Rechnung zu tragen versuchen.

Das Blut zeigt zunächst Verschiedenheiten seiner Zusammensetzung rücksichtlich des verschiedenen Geschlechts. Das Blut der Frauen ist meist etwas lichter roth gefärbt, als das der Männer; es ist specifisch leichter und entwickelt mit Schwefelsäure (nach *Barruel* und *C. Schmidt*) behandelt einen weniger intensiven Schweiss-

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 9. S. 499.

geruch; es enthält mehr Wasser als das des männlichen Geschlechts bei Menschen wie bei Thieren; hauptsächlich ist die Zahl der Blutkörperchen geringer; dagegen zeigt sich im Faserstoffgehalte des Blutes beider Geschlechter keine merkliche Differenz; daher wird das Serum geronnenen Frauenbluts überwiegender sein über den Blutkuchen oder die Blutzellen als das von Männerblut. Weniger als das Gesammtblut unterscheidet sich das Serum des Blutes von beiden Geschlechtern, doch pflegt das des weiblichen in der Regel auch ein etwas geringeres specifisches Gewicht zu haben und demnach etwas mehr Wasser zu enthalten. Da das Serum im weiblichen Blute überwiegend ist, so findet sich in diesem durchschnittlich mehr Albumin als im cruorreichen männlichen Blute; dasselbe Verhältniss gilt auch von den meisten andern Bestandtheilen des Serums, z. B. den Fetten und Extractivstoffen; anders verhält es sich mit den Salzen; vergleichen wir das Serum des männlichen Bluts mit dem weiblichen, so ergeben sich für ersteres mehr Salze; wird dagegen das Gesammtblut beider Geschlechter verglichen, so finden sich im weiblichen mehr lösliche Salze.

Die Schwangerschaft pflegt folgende Einwirkung auf die Constitution des Bluts der Frauen auszuüben: es ist meist dunkler gefärbt als im nichtschwangern Zustande; das specifische Gewicht desselben sinkt, da es reicher an Wasser und bedeutend ärmer an farbigen Blutkörperchen wird; der Gehalt an Fibrin ist relativ vermehrt, weshalb in dieser Periode des weiblichen Lebens das Blut beim Gerinnen meist einen sehr kleinen Blutkuchen und oft eine oberflächliche Fibrinschicht bildet. Der Eiweissgehalt des Blutserums ist ebenfalls vermindert. Rücksichtlich der Fette und Salze liegen keine sicheren Unterlagen vor.

Das Blut im kindlichen Alter, namentlich von Neugebornen, zeichnet sich durch einen grössern Reichthum an festen Bestandtheilen aus, besonders an Blutkörperchen und Eisen, während es ärmer an Fibrin ist, Fett und Eiweiss aber in ziemlich gleicher Menge wie das Erwachsener, dagegen weit mehr Extractivstoffe und weniger Salze enthält.

Im höhern Alter und beim weiblichen Geschlechte nach dem Ausbleiben der Menstruation wird das Blut ärmer an Blutkörperchen, auch das Serum wird ärmer an festen Bestandtheilen; das Cholesterin soll dagegen etwas zunehmen.

Suchen wir das Blut der Wirbelthiere seiner Zusammensetzung nach zu vergleichen, so ergiebt sich zuerst, dass unter den

Säugethieren die *Omnivoren* am meisten Blutkörperchen und dem entsprechend das meiste Eisen und die meisten löslichen Phosphate enthalten; Fibrin findet sich ebenfalls in grösserer Menge, als in dem Blute einer andern diätetischen Kategorie; auch die festen Bestandtheile des Serums sind im Blute dieser Thiere überwiegend; an Salzgehalt steht das Serum der Omnivoren dem vieler anderer Säugethiere nach.

Die *Carnivoren* enthalten im Allgemeinen nicht viel weniger Blutzellen als die Omnivoren; Faserstoff findet sich in geringerer, Fett dagegen in grösserer Menge im Blute dieser Thiergruppe, als in dem der Herbivoren. Rücksichtlich der andern Blutbestandtheile ist bei verschiedenen Species dieser Classe das quantitative Verhältniss ziemlich verschieden; dasselbe gilt auch von dem Blute der Herbivoren, das durchschnittlich etwas weniger Blutkörperchen als das der Fleischfresser enthält, aber bei verschiedenen Species ebenso grossen Schwankungen, wie dieses, unterliegt. Indessen lässt ein genaueres Studium erwarten, dass doch noch bestimmtere Unterschiede zwischen der Zusammensetzung des Blutes dieser drei Thiergruppen ermittelt werden können.

Das Blut der Vögel ist reich an Blutkörperchen und steht in dieser Hinsicht dem des Schweines am nächsten; es enthält aber mehr Fibrin und Fett, dagegen weniger Eiweiss als das der Säugethiere.

Das Blut der *kaltblütigen Wirbelthiere* ist bei weitem ärmer an Blutkörperchen und reicher an Wasser, als das aller andern Vertebraten.

Obgleich die Weichthiere noch ein Gefässsystem, aus Arterien und Venen bestehend, und ein Aortenherz besitzen, so ist das Blut dieser Thiere doch sehr von dem der nächst höhern Thierklassen verschieden; es bildet einen weissen oder bläulichen Saft. *C. Schmidt*[1]) fand das Blut der Teichmuschel (Anodonta cygnea) farblos und schwach alkalisch; es schied ein blasses Faserstoffgerinnsel aus und setzte beim Verdunsten schöne dem Gaylyssit ähnliche Krystalle ab, welche aus kohlensaurem Kalk und etwas kohlensaurem Natron bestanden; das Albumin war grösstentheils an Kalk gebunden; dieses Blut enthielt nur 0,854% fester Bestandtheile und darunter 0,033 Th. fibrinähnlicher Substanz, 0,565 Th. Albumin, 0,189 Th. Kalk, 0,033 Th.

1) *C. Schmidt*, Zur vergleichenden Physiol. Mitau 1846. S. 58—60.

phosphorsaures Natron, Chlornatrium und Gyps und 0,034 Th. phosphorsauren Kalk.

E. Harless und *v. Bibra*[1]) untersuchten das Blut von Helix pomatia und das einiger Cephalopoden (Loligo und Eledone) sowie mehrerer Tunicaten (namentlich einiger Ascidien). Das Blut der Weinbergsschnecke enthielt ihren Untersuchungen nach 8,398% organische und 6,12% mineralische Substanzen, unter letzteren 0,033 Kupferoxyd. Dieses Blut zeichnet sich besonders dadurch aus, dass es an der Luft durch den Zutritt von Sauerstoff blau, durch Kohlensäure aber wieder farblos wird; Alkohol gibt ein farbloses Coagulum; Ammoniak hebt die blaue Farbe auf, Neutralisation mit Salzsäure stellt sie wieder her; Alaun und Ammoniak präcipitiren das blaue Pigment; schon bei 50° wird dasselbe zerstört. Das Blut der Ascidien und Cephalopoden verhielt sich rücksichtlich der Färbung gerade umgekehrt wie das der Weinbergsschnecke; es wurde weder durch Sauerstoff noch durch Stickstoff blau gefärbt, wohl aber durch Kohlensäure und zwar sehr intensiv; durch Sauerstoff verschwand die blaue Färbung nur zum grössten Theile, Aether und Alkohol machten das ursprünglich farblose Blut augenblicklich blau. *Bibra* fand in solchem Blute 4,7% organische und 2,63% mineralische Stoffe, darunter kein Eisen, wohl aber Kupfer.

Ueber das Blut der Insecten und zwar der Lepidopteren im Zustande der Larve habe ich[2]) einige Versuche angestellt. Sobald man die Haut einer Raupe an der Bauchseite durchschneidet, quillt ein glasheller, dickflüssiger, schwachgelblich grün gefärbter Saft hervor; in diesem erkennt man immer unter dem Mikroskop rundliche Zellen ohne deutlichen Kern, deren Hüllenmembran gleich der der Eiterkörperchen wie getüpfelt erscheint, im Durchmesser $^1/_{350}'''$ bis $^1/_{200}'''$; verdünnte Essigsäure lässt diese Zellen unverändert, concentrirte löst sie auf; durch Aetzkali werden sie, gleich den meisten Zellen und selbst den Hefekügelchen, in Haufen zusammengeklebt, etwas aufgelockert, verzerrt und mehr körnig, so dass sie den Körnchenzellen gleichen. Salmiak verändert sie nicht. Ausser diesen Zellen finden sich häufig, jedoch nicht immer, grössere, rundliche und ovale Zellen mit deutlichem Kern, nicht unähnlich manchen Pflasterepithelialzellen; durch Essigsäure oder Aetzkali werden diese nicht verändert. Seltner finden sich birnförmige, spindelförmige und andre unregelmässig ge-

1) *E. Harless* und *v. Bibra*, Müller's Arch. 1847. Nr. 2. S. 148—157.

2) *Lehmann*, Göschen's Jahresb. Bd. 2. S. 19.

formte Zellen. Fettbläschen fehlen nie in jener Flüssigkeit; diese könnte man von dem den Magen umhüllenden Fettpolster herleiten, wenn sie nicht auch in der Flüssigkeit des Rückengefässes enthalten wären.

Die Intercellularflüssigkeit des Insectenblutes färbt sich an der Luft dunkelbraungrün bis schwarz und trübt sich dabei unter Ausscheidung feinster Molecularkörnchen; sie reagirt schwach alkalisch, entwickelt an der Luft sehr bald Ammoniak, gerinnt beim Kochen sowohl als auf Zusatz von Mineralsäuren oder wässriger Jodlösung ohne Abscheidung eines Serums zu einer dichten weissen Masse; auch durch Wasser wird sie getrübt und gleicht dann unter dem Mikroskope einem feinkörnigen Brei, in dem zuweilen lange Fäden sich kenntlich machen; Salmiak löst die Trübung nicht wieder auf, durch Aetzkali oder Essigsäure wird sie nur wenig gehoben; verdünnte Essigsäure macht die unvermischte Flüssigkeit gelatiniren, hebt aber die schwarzgrüne Farbe, wenn sie an der Luft schon eingetreten, wieder auf. Auch Aetzkali verwandelt die klare Flüssigkeit in eine farblose zusammenhängende Gallert. Zuweilen, jedoch nicht immer, lässt sich Zucker in jener Flüssigkeit nachweisen. Da die Raupen wohl unter allen Thieren das meiste Fett in kürzester Zeit erzeugen, so ist auch ihr Blut am fettreichsten; es enthielt in einem Versuche 27,5% des festen Rückstandes. Die Flüssigkeit des Rückengefässes der Insecten scheint nicht wesentlich verschieden von dem eben beschriebenen Safte zu sein; sie enthält ganz dieselben Elemente wie dieser, nur scheinen in ihm die kernhaltigen, in Essigsäure und Aetzkali unveränderlichen Zellen zu fehlen.

Das Blut der Arterien unterscheidet sich von dem der Venen durch eine geringere Menge den Blutzellen angehöriger fester Bestandtheile; dieselben enthalten aber relativ mehr Hämatin und Salze als die Blutzellen venösen Blutes, aber bei weitem weniger Fett. Die Intercellularflüssigkeit des Arterienblutes ist etwas reicher an Fibrin, als die des Venenblutes; das Serum des ersteren enthält etwas mehr Wasser und daher weniger Albumin; denn vergleicht man die festen Rückstände des Serums beider Blutarten rücksichtlich ihres Albumingehalts, so berechnet sich für jedes gleich viel Albumin; anders verhält es sich mit den Fetten, Extractivstoffen und Salzen; die Fette sind im arteriellen flüssigen Serum und auch in dessen festen Rückstande sehr vermindert, die Extractivstoffe erheblich, die Salze nur wenig vermehrt. Uebrigens enthält das Arterienblut relativ mehr freien Sauerstoff als das Venenblut.

Das Pfortaderblut hat je nach dem Ablaufe des Verdauungsprocesses eine verschiedene Constitution; *während der Verdauung* ist es, wenn gleichzeitig getrunken wird, reicher an Wasser und Intercellularflüssigkeit; die Zahl der Blutkörperchen ist daher gering das Fibrin ein wenig, Fett erheblich, Albumin, Extractivstoffe und Salze mässig vermehrt; das Fibrin ist übrigens während der Verdauung ganz so beschaffen wie das andrer Gefässe, während es ausser der Verdauungszeit leicht zerreissbar ist und nur einen lockern, bald zerfliessenden Blutkuchen bildet.

Im *Vergleich mit dem Jugularvenenblute* ist das Pfortaderblut stets ärmer an Blutzellen sowie an festen Bestandtheilen überhaupt; die Blutzellen sind zum Theil flockig und werden ausserhalb des Körpers leicht verzerrt und zackig; sie sind reicher an Hämatin und ärmer an Globulin, enthalten aber doppelt so viel Fett als die Zellen des Jugularvenenblutes. Die Intercellularflüssigkeit enthält einen fettreicheren Faserstoff, dessen Menge jedoch weit geringer ist, als im Blute der Jugularvene; das Serum enthält durchschnittlich weniger feste Bestandtheile, namentlich Albumin, dagegen mehr Fett, Extractivstoffe und Salze. Gallenstoffe sind im Pfortaderblute nicht nachzuweisen, Zucker nur selten.

Das Lebervenenblut hat eine von dem Blute jedes andern Gefässes durchaus verschiedene Constitution; im *Vergleich zum Pfortaderblute* ist es bei weitem ärmer an Wasser; setzt man die festen Bestandtheile in beiden Blutarten gleich, so verhält sich der Wassergehalt des Pfortaderbluts zu dem des Lebervenenbluts während der Verdauung ohne viel Getränk = 4 : 3, nach vollendeter Verdauung oft = 12 : 5. Der Blutkuchen des Lebervenenblutes ist voluminös und leicht zerrührbar; wenn 100 Th. Pfortaderblut = 34 Th. Serum abscheiden, so geben 100 Th. Lebervenenblut nur 15 Th. Serum. Das Lebervenenblut ist bei weitem reicher an Blutzellen, als das der Pfortader, und zwar ebensowohl an farbigen, als an farblosen; die letzteren finden sich in den verschiedensten Grössen und Gestalten; die ersteren sind in Haufen von deutlich violettrother Farbe; ihre Hüllen werden durch Wasser weniger leicht zerstört, als die des Bluts andrer Gefässe; wenn im entsprechenden Pfortaderblute auf 100 Th. Intercellularflüssigkeit 141 Th. feuchter Blutzellen kommen, so finden sich im Lebervenenblute auf 100 Th. Intercellularflüssigkeit = 317 Th. Blutzellen. Die Blutzellen des Lebervenenblutes sind ärmer an Fett und an Salzen, besonders aber arm an Hämatin oder wenigstens an

Eisen, dagegen etwas reicher an Extractivstoffen. Ihr specifisches Gewicht ist höher als das der Pfortaderblutzellen (trotz des verminderten Eisengehalts); vergleicht man das Eigengewicht beider Blutarten aber mit dem Serum, so sind die der Lebervenen ihrem Serum gegenüber leichter, als die des Pfortaderblutes dessen Serum gegenüber. Die Intercellularflüssigkeit des Lebervenenblutes ist bei weitem dichter, als die des Pfortaderblutes; dem entsprechend enthält sie viel mehr feste Bestandtheile; das Fibrin aber fehlt ihr entweder ganz oder ist nur in verschwindend kleinen Mengen vorhanden. Wenn im Pfortaderserum auf 100 Th. Wasser = 8,4 Th. fester Stoffe kommen, so sind im Lebervenenserum neben 100 Th. Wasser = 11,8 Th. fester Materien enthalten. Vergleichen wir aber die festen Bestandtheile des Serums beider Blutarten unter sich, so finden wir zunächst weniger Albumin und Fett im Lebervenenblute und weit weniger Salze, dagegen ist die Menge der Extractivstoffe und darunter der Zucker erheblich vermehrt. Im festen Rückstande des Lebervenenblutes von Pferden fand ich (in drei Bestimmungen, indem das alkoholische Extract mit Hefe in Gährung versetzt und aus der entwickelten Kohlensäure der Zucker = C_{12} H_{12} O_{12} berechnet wurde, = 0,635, 0,893 und 0,776% Zucker, während ich im Rückstande des entsprechenden Pfortaderblutes nur einmal Zucker nachzuweisen vermochte und darin nur 0,055% vorfand.

Das Milzvenenblut, welches nur von *Béclard*[1]) chemisch untersucht und mit dem Jugularvenenblute bei Pferden und Hunden verglichen worden ist, enthält mehr Wasser als das Blut der letztern Vene (im Mittel von 14 Untersuchungen bei Hunden = 77,815% schwankend zwischen 74,630 und 82,681%; das entsprechende Jugularvenenblut enthielt durchschnittlich 1,608% Wasser weniger, als das der Milzvene; in 2 an Pferdeblut angestellten Paralleluntersuchungen enthielt das Milzvenenblut 0,4 bis 0,5% mehr Wasser, als das Jugularvenenblut); die Blutkörperchen sind etwas vermindert im Milzvenenblute, dagegen das Fibrin und der Serumrückstand etwas vermehrt. *Ecker*[2]) fand übrigens im Milzvenenblute die von *Kölliker* in dem Milzsafte entdeckten Blutkörperchen enthaltenden Zellen; namentlich war das Milzvenenblut der Pferde reich daran; von einer Hülle waren 1 bis 5 Blutkörperchen oder kleine gelbe Körnchen eingeschlossen.

1) *Béclard*, Gazette médic. 1848. Nr. 4. p. 22. Janv.

2) *Ecker*, R. Wagner's Handwörterb. d. Physiol. Bd. 4. S. 146.

Das Menstrualblut enthält, wie *Jul. Vogel*[1]) an einem mit Prolapsus uteri behafteten Individuum nachgewiesen, und neuerdings auch *C. Schmidt*[2]) gefunden hat, keinen Faserstoff; es liefert ein farbloses, deutlich alkalisches Serum und einen rothen Absatz von Blutkörperchen; ausser den rothen Zellen finden sich auch viele farblose darin, aber keine Spur von sg. Faserstoffschollen. Es enthält ungefähr 16% fester Bestandtheile.

Henle glaubt, dass das Menstrualblut nur deshalb nicht zu gerinnen scheine, weil jeder einzelne Tropfen für sich ein Coagulum bilde, so dass die Summe der Tropfen dann immer eine ziemlich flüssige Masse darstelle: allein mikroskopisch ist in dem gewöhnlichen Menstrualblute keine coagulirte Substanz neben und zwischen den Blutkörperchen wahrzunehmen. Dagegen hat *E. H. Weber* in dem Leichname eines Mädchens, die sich während der Menstruationsperiode selbst getödtet hatte, geronnenes Blut auf der Uterinschleimhaut gefunden.

Während der Verdauung wird das Blut reicher an festen Bestandtheilen; die Zunahme verbreitet sich ziemlich gleichförmig auf Blutzellen und Plasma; die farblosen Zellen sind aber relativ zahlreicher als die farbigen; die Blutzellen gewinnen an festen Bestandtheilen überhaupt, verlieren aber relativ an Hämatin *(Fr. Chr. Schmid)*; der Faserstoff der Intercellularflüssigkeit wird kaum merklich vermehrt, pflegt aber etwas langsamer zu gerinnen und daher leichter eine Kruste auf dem Blutkuchen zu bilden; übrigens ist er reicher an Fett, als im Blute nüchterner Thiere; das Serum ist dichter, zuweilen sogar milchig getrübt von Fettbläschen und farblosen Blutzellen; auch im Serum ist das Fett, das Albumin, die Extractivstoffe und Salze in ziemlich gleichen Proportionen vermehrt.

Längeres Hungern, starke Blut- oder andre Säfteverluste haben ganz analoge Wirkung auf die Constitution des Blutes, so auch Stoffe, welche die Verdauung oder Resorption und Blutbildung beeinträchtigen, z. B. manche Metallsalze, vorzugsweise Bleipräparate, Säuren u. dergl. mehr. In diesen Zuständen nimmt die Zahl der Blutkörperchen in verschiedenem Grade ab, das Plasma wird wässriger, namentlich an Albumin und andern organischen Bestandtheilen ärmer, dagegen reicher an Salzen; das Blut hat ziemlich dieselbe Mischung wie das Blut sg. Anämischer.

Den Einfluss der Blutentziehung auf die Blutconstitution betreffend,

1) *Jul. Vogel,* R. Wagner's Lehrb. d. Physiol. 2. Aufl. S. 230.

2) *C. Schmidt,* Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau u. Leipzig 1848. S. 8 u. 41.

haben *Nasse* an gesunden Thieren, *Becquerel* und *Rodier*, *Zimmermann* und Andre an kranken Menschen zahlreiche Versuche angestellt: die specifische Wärme sowie das specifische Gewicht des Blutes werden geringer, die Farbe heller roth; das Blut gerinnt früher, presst aber das Serum weniger vollkommen aus; das Serum wird röthlich trüb und weisslich; die rothen Blutkörperchen, deren Zahl sehr vermindert wird, zeigen grössere Neigung zusammenzukleben; die farblosen Blutzellen werden zahlreicher (*Nasse*, *Remak*); der Wassergehalt vermehrt sich bedeutend, indessen wird mit jedem Aderlasse das Blut ärmer an Blutzellen als an festen Serumbestandtheilen; die Faserstoffmenge wird bei gesunden Thieren kaum vermehrt, in Krankheiten ist sie von der Blutentziehung gänzlich unabhängig; die Blutzellen werden ärmer an Globulin und daher relativ reicher an Hämatin (*C. Schmidt*).

Hiermit steht in einigem Zusammenhange die verschiedene Constitution der *einzelnen Portionen Blut eines und desselben Aderlasses*, die vorzüglich von *Prevost* und *Dumas*, *Zimmermann* sowie von *Becquerel* und *Rodier* untersucht worden ist. Nach Verlust der ersten Portion Blut (circa 100 grm.) sind die festen Bestandtheile des Bluts in der zweiten Portion in keinem Falle vermehrt, sondern sie nehmen immer fast gleichmässig ab, wogegen eine dritte Portion in vielen Fällen im Verhältniss zur zweiten eine Zunahme an fester Substanz zeigt (*Zimmermann*). Die Abnahme der festen Substanz hängt von der Flüssigkeitsresorption ab; dieselbe besteht jedoch natürlich nicht in der Aufnahme reinen Wassers, sondern in der von Lymphe, flüssigem Exsudate und parenchymatöser Flüssigkeit, die leichter sind als das Blut. Die Grösse der Wasseraufnahme ist aber in speciellen Fällen sehr verschieden. In *Becquerel's* Versuchen nahm der Wassergehalt des Bluts mit jeder Portion später ausfliessenden Blutes fast gleichmässig zu.

Entzündliche Krankheiten bedingen constant eine Vermehrung des Fibrins, jedoch nur, wenn die Entzündung von Fieber begleitet ist. Am meisten und constantesten steigt die Ziffer des Faserstoffs im acuten Gelenkrheumatismus und in Pneumonien. Die Entzündung eines Gewebes braucht nicht sehr ausgedehnt zu sein, um schon eine bedeutende Vermehrung des Fibrins herbeizuführen, z. B. erysipelatöse Entzündungen. In jeder einzelnen Krankheit steigt der Faserstoffgehalt des Blutes mit dem Grade und mit der Dauer der Entzündung. Die Vermehrung dieses Stoffs ist unabhängig vom Kräftezustande des Kranken ebensowohl als von der Zu- oder Abnahme der andern festen Stoffe des Blutes. Selbst bei vollkommenster Anämie oder Hydrämie bedingt Entzündung noch Zunahme des Fibrins. Da das Blut in Leichnamen an acuten Hirnleiden Verstorbener nie coagu-

lirt gefunden wird, so scheint es nicht überflüssig, zu bemerken, dass bei Meningitis u. s. w. das dem Lebenden entzogene Blut ebenso reich an Fibrin gefunden wird, als bei jeder andern Entzündung.

Während des fieberhaften Entzündungsprocesses nimmt die Zahl der farbigen Blutzellen ab; diese Verminderung erreicht jedoch nie einen hohen Grad, wenn nicht gleichzeitig andre pathologische Processe eine erhebliche Abnahme der Blutzellen mit sich führen. Bei erheblicher Zunahme des Fibrins wird oft kaum eine Verminderung der Blutzellen beobachtet.

Je heftiger eine Entzündung auftritt, desto mehr fällt die Verminderung der festen Bestandtheile des Serums in die Augen; sie ist um so bedeutender, je massigere Exsudate ausgeschieden worden sind. War das Exsudat nicht erheblich, so hat man oft auch keine Verminderung der festen Bestandtheile beobachtet, ja sogar zuweilen eine geringe Vermehrung derselben (z. B. bei Bronchitis). Die Verminderung des Serumrückstandes rührt lediglich von der Abnahme des Albumins her; denn die Salze fand man im Serum unverändert, ja die Fette oder vielmehr das Cholesterin sogar bedeutend vermehrt.

Ob jene die meisten acuten Krankheiten begleitende Symptomengruppe, die man Fieber nennt, von gewissen constanten Veränderungen in den relativen Mengen der Blutbestandtheile begleitet sei, muss zur Zeit dahingestellt bleiben; nur so viel ist durch alle Untersuchungen dargethan, dass der so leicht veränderliche Faserstoffgehalt des Blutes durch das Fieber als solches durchaus nicht vermehrt noch auch vermindert wird. Ob jene Blutmischung, welche *Becquerel* und *Rodier* im Entwicklungsstadium jeder acuten Krankheit gefunden haben wollen, als dem Fieber eigenthümlich anzusehen ist, lässt sich nach den vorliegenden Untersuchungen nicht entscheiden. Diese Blutmischung soll aber nach genannten Autoren folgende sein: das Blut ist im Allgemeinen etwas wasserhaltiger, als normales; die Körperchen sind etwas vermindert, unter den Fetten vorzugsweise das Cholesterin und die phosphorhaltigen vermehrt; Extractivstoffe und lösliche Salze finden sich in normaler Quantität, wogegen die phosphorsauren Erden sehr vermehrt sind.

Bei sogenannten einfachen ephemeren und remittirenden Fiebern fanden aber dieselben Forscher gerade die Blutkörperchen in normaler Menge, so auch den Faserstoff und die löslichen Salze des Serums; nur das Albumin war um ein geringes vermindert und das Cholesterin vermehrt.

Bei leichten intermittirenden Fiebern fand *Zimmermann* den Faserstoff nur selten etwas vermehrt, häufiger noch vermindert, gewöhnlich aber in normalem Verhältnisse; der Faserstoff schien in geradem Verhältniss zur Dauer des Fiebers zuzunehmen. *Becquerel* und *Rodier* fanden in Wechselfiebern in der Mehrzahl der Fälle das Fibrin vermindert.

In endemischen Wechselfiebern sind die Blutkörperchen fast nur bei Recidiven wesentlich vermindert, oft aber vermehrt; Faserstoff nur bei entzündlicher Affection vermehrt, niemals vermindert; die Serumbestandtheile nehmen zu, wenn die Krankheit einen intermittirenden Typus hat, ab dagegen, wenn sie nur Remissionen zeigt. Die Verminderung im letztern Falle bezieht sich hauptsächlich auf das Albumin, während die Serumsalze constant vermehrt sind.

Bei Sumpffiebern (Malaria) sind (*Salvagnoli* und *Gozzi*, *Luderer*) die Blutkörperchen erheblich vermehrt, dagegen Faserstoff, Albumin und Fette beträchtlich vermindert; neben viel Cholesterin wird auch viel Gallenpigment gefunden.

Bei Cholera wird das Blut besonders dicht und zäh; die Zahl der Blutkörperchen ist relativ vermehrt, sie sind aber ärmer an Salzen; Fibrin ist nicht vermehrt noch vermindert; das Serum bei weitem dichter, ärmer an Wasser und Salzen, relativ sehr reich an Albumin, enthält mehr Kalisalze und Phosphate als normales Blutserum, meist etwas Harnstoff und einen Extractivstoff, durch welchen Harnstoff sehr bald in kohlensaures Ammoniak umgewandelt wird.

Bei Dysenterien wird das Blut ärmer an Blutkörperchen; das Fibrin wird gewöhnlich etwas vermehrt, jedoch nicht constant; die festen Bestandtheile des Serums nehmen ab, besonders das Albumin; dagegen sind die Salze in bedeutender Zunahme.

In der Bright'schen Krankheit erleidet das Blut nicht nur eine bedeutende Abnahme an Blutzellen, sondern vorzüglich auch an Serumbestandtheilen; das Cholesterin des Serums sowohl als dessen Salze sind indessen vermehrt; fast immer lassen sich darin Spuren oder auch grössere Mengen von Harnstoff nachweisen. Durchschnittlich enthält solches Blut etwas mehr Fibrin, als normales, indessen tritt nur bei entzündlichen Affectionen der Nieren, d. h. im ersten Stadium dieser Krankheit, eine erhebliche Vermehrung des Fibrins ein.

Das hydrämische Blut, wie es bei den verschiedenen Arten von Hydrops gefunden wird, ist sehr dünnflüssig, oft fast nur fleischwasserähnlich, blass, bildet beim Gerinnen einen sehr lockern (wie

man zu sagen beliebt, serös infiltrirten) gallertartigen Blutkuchen; es ist dem in der *Bright*'schen Krankheit höchst ähnlich zusammengesetzt, und unterscheidet sich von diesem fast nur durch den Mangel an Harnstoff; denn ohne gleichzeitige Nierenaffection dürfte derselbe im hydrämischen Blute ebensowenig als in hydropischen Exsudaten gefunden werden, wie ich wenigstens aus meinen eignen Erfahrungen schliessen muss.

Verstehen wir unter Anämie schlechtweg Verminderung des Blutgehaltes der Gefässe (also ethymologisch richtiger *Olichämie*), so kann in diesen Zuständen das Blut nicht eine vollkommen gleiche, ja kaum eine analoge Zusammensetzung haben; denn diese muss nothwendiger Weise dem Krankheitsprocesse entsprechen, welcher der Blutverminderung voranging; denn die Eigenschaften, welche man gewöhnlich dem anämischen Blute zuschrieb, gehören eigentlich mehr dem hydrämischen an; es lässt sich wenigstens voraussetzen, dass das Blut bei einer Anämie, die von einer excessiven Hämorrhagie herrührt, anders zusammengesetzt sein muss, als bei jener, deren Ursachen wuchernde Geschwülste, übermässige geistige Anstrengungen, schlechte Nahrung, Vergiftungen sind; dazu kommt die auffallende Erfahrung, dass Anämie nach Carcinom, Typhus, Hämorrhagien und andern Säfteverlusten so leicht in Hydrämie übergeht, während bei Tuberculose fast niemals hydrämisches Blut nebst den entsprechenden serösen Exsudaten gefunden wird. Anämisches Blut kann also keine eigenthümliche Blutmischung bezeichnen. Nur in der Verminderung der farbigen Blutzellen stimmt die Mischung solchen Blutes mit dem hydrämischen und chlorotischen überein.

Bei Chlorose bildet das Blut einen kleinen, festen, oft mit Speckhaut versehenen Blutkuchen, der in vielem klaren Serum schwimmt. Die Blutkörperchen und das Eisen werden vermindert gefunden, jedoch ist die Verminderung bald nur sehr gering, bald ausserordentlich bedeutend, ohne dass sie jedoch in einem bestimmten Verhältnisse zur Intensität der Krankheit steht. Die Faserstoffmenge ist wenig über dem Normalmittel, der Albumingehalt nur im Verhältniss zu den Blutzellen erhöht; Fette und Salze durchaus normal.

In der sogenannten Plethora wurden die Blutkörperchen immer etwas vermehrt gefunden; das Serum aber wie der Faserstoff ziemlich normal; der Albumingehalt des Blutwassers steigt nur wenig über das Mittel. Wie Anämie sich zu chronischen Rückenmarksleiden, so scheint sich Plethora zur sogenannten Spinalirritation zu verhalten,

nur scheint hier die Vermehrung der festen Bestandtheile und vorzugsweise der Blutkörperchen etwas erheblicher zu sein, als in jener.

Das Blut im Typhus erleidet durchaus keine solchen Veränderungen, dass man diese Krankheit eine Dyskrasie zu nennen berechtigt wäre. Vom 5. bis 8. Tage, also fast so lange das typhöse Exanthem steht, finden wir im Blute eine der Plethora höchst ähnliche Mischung; die Blutkörperchen sind vermehrt, ebenso die festen Bestandtheile des Serums, besonders das Albumin; selbst der Faserstoff pflegt in dieser Periode etwas vermehrt zu sein. Vom 9. Tage der Krankheit an erhält die Blutconstitution einen ganz andern Charakter; das Blut wird leichter, hauptsächlich durch eine Verminderung der Blutkörperchen; der Serumrückstand wird aber mit jedem Tage der Dauer der Krankheit vermindert und zwar um so mehr, je bedeutender die Darmaffection ist und je erheblicher die Ausscheidungen durch die Darmgeschwüre sind; Salze und Extractivstoffe sind dabei eher relativ vermehrt, als absolut vermindert. Tritt nicht eine der so häufigen Folgekrankheiten des Typhus oder die manche Epidemien desselben begleitende Anämie ein, so beginnt mit dem Anfange der vierten oder fünften Woche wieder eine Vermehrung der festen Bestandtheile, die sich bald mehr auf die Blutkörperchen bald mehr auf die festen Serumstoffe erstreckt; selbst der Faserstoff wird dann zuweilen vermehrt gefunden.

In acuten Exanthemen tritt eine Verminderung der Blutzellen und eine dieser entsprechende Vermehrung der Intercellularflüssigkeit ein; das Serum ist aber zugleich dichter geworden; die Salze sind darin in weit grösserer Zunahme, als die organischen Stoffe.

Das Blut im Puerperalfieber ist je nach dem Verlaufe und dem Charakter der Krankheit verschieden (wie dies eigentlich bei den meisten Arten von Krankheiten der Fall ist); die Verminderung der Blutkörperchen ist hier sehr erheblich, das Fibrin namentlich bei Peritonitis sehr vermehrt, aber weich und gallertartig, fast immer eine Kruste bildend; in den meisten Fällen sind die festen Bestandtheile des Serums sehr vermindert (*Scherer* sowie *Becquerel* und *Rodier*), zuweilen auch vermehrt (*Andral* und *Gavarret*); die Extractivstoffe sind sehr vermehrt (*Scherer*); zuweilen findet sich darin Gallenpigment (*Heller*), nicht selten freie Milchsäure (*Scherer*).

Bei Pyämie ist der Faserstoff vermindert und die farblosen Blutzellen vermehrt; im Uebrigen ist das Blut in dieser Krankheit nicht genau untersucht.

Beim Skorbut hat man das Blut eigentlich noch nicht genau

untersucht, sondern mehr aus dem physikalischen Verhalten desselben auf seine Zusammensetzung geschlossen; aus der unvollkommnen Gerinnung schloss man auf die Fibrinverminderung, aus den jeweiligen Ursachen auf Vermehrung der Salze. Die wenigen vorliegenden Untersuchungen skorbutischen Blutes geben kein bestimmtes Bild von der Constitution des Blutes in dem Zustande, den man Skorbut genannt hat.

Die Mischung des Blutes bei Tuberculose ist wenig oder gar nicht verändert gefunden worden; die Modificationen derselben, so weit sie chemisch bisher nachweisbar waren, sind nur von den jene Krankheit begleitenden Zuständen abhängig; bei entzündlichen Affectionen hat das Blut die Zusammensetzung des Entzündungsblutes; finden durch Hämoptysis starke Blutverluste statt, treten Darmgeschwüre mit profusen Absonderungen auf oder haben sich colliquative Schweisse eingestellt, so nehmen alle festen Bestandtheile des Blutes ausser den Salzen ab, mehr aber und schneller die Blutzellen; obgleich zu Tuberculose sich nur selten Hydrops gesellt, so gleicht das Blut alsdann doch sehr dem hydrämischen.

Bei Carcinom ist das Blut eigentlich noch nicht sorgfältig untersucht worden; merkwürdig ist nur, dass *Popp* wie *Heller*, sowie neuerdings auch *v. Gorup-Besanez*[1]), bei Carcinom, selbst ohne fieberhafte Affectionen, eine Vermehrung des sogenannten Fibrins fanden (es ist freilich nicht nachgewiesen, ob jenes Plus, was man fand, wirklich Fibrin war). Die Zahl der Blutkörperchen ist etwas vermindert. Tritt Hydrops zum Krebse, so wird das Blut hydrämisch. Auch die festen Serumstoffe nehmen nur selten zu, so dass von einer serösen oder albuminösen Krase auch in dieser Hinsicht beim Carcinom nicht die Rede sein kann.

Obgleich man wohl im Diabetes eine eigenthümliche Veränderung in der Constitution des Blutes erwarten sollte, so hat sich doch eine solche durchaus nicht gefunden; denn ausser dem vermehrten Zuckergehalte des diabetischen Blutes besitzt es fast vollkommen dieselbe Zusammensetzung wie normales Blut; nur ist es etwas wässriger, enthält namentlich weniger Fibrin, dagegen sind die Blutzellen und festen Serumbestandtheile nur unbedeutend vermindert. (*v. Gorup-Besanez* fand sie vermehrt). Zuweilen ist das Serum diabetischen Blutes milchig getrübt (*Thomson*).

Der Begriff Scrophulosis ist eben so wenig festgestellt, als

1) *V. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8. S. 523—525.

der des chronischen Rheumatismus und der Arthritis; es kann daher nicht von einer wissenschaftlichen Untersuchung des Bluts in den so benannten Zuständen die Rede sein; denn wird nicht das Blut eine andre Beschaffenheit haben müssen, wenn die sg. scrophulösen Anschwellungen der Halsdrüsen von Geschwüren auf der Rachenschleimhaut herrühren, als wenn dieselben durch tuberculöse Ablagerungen bedingt sind. Die Blutconstitution wird eine andre sein, wenn harnsäurehaltige Concremente sich in den Gelenken ablagern, als wenn in Folge von Periostitis Nekrose, Osteoporose oder Osteosklerose sich ausbildet. Doch hat man vom scrophulösen Blute behauptet (*Nicholson*[1]), dass es durch Armuth an Blutzellen, und vom arthritischen (*Garrod*[2]), dass es durch Harnsäure- und Harnstoffgehalt sich auszeichnen.

Unmittelbar nach Aetherinhalationen findet man das Blut reicher an Wasser, ärmer an Blutkörperchen und auffallend reich an Fett (*Lassaigne*[3]), *v. Gorup-Besanez*[4]).

Nach den zahlreichen Untersuchungen von *Gorup-Besanez*[5]) ist eine bestimmte Beziehung des Jugularvenengeräusches zu der chemischen Constitution des Blutes nicht vorhanden; dieses Geräusch kann ebensowohl bei einer Vermehrung aller oder einzelner fester Bestandtheile des Blutes, als bei einer Verminderung, sowie auch bei ganz normaler Zusammensetzung vorkommen.

Die Menge des Bluts im lebenden Körper hat bis jetzt noch nicht mit Genauigkeit bestimmt werden können, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil das Blut nicht vollständig aus den Gefässen eines Körpers entfernt und somit direct gewogen werden konnte; man hat sich daher genöthigt gesehen, auf indirecte Weise die Quantität des im thierischen Organismus enthaltenen Bluts zu bestimmen. *Herbst* versuchte aus der Menge von Injectionsmasse, die zur Füllung der Venen und Arterien nöthig war, die Menge in den Gefässen befindlichen Bluts zu berechnen. Wer Injectionen selbst gemacht oder wenigstens injicirte Leichname genau untersucht hat, wird die Ueberzeugung theilen, dass auf diesem Wege selbst die blosse Schätzung sehr unsicher ist. *Vogel*[6]), *Dumas*[7]) und *Weisz*[8]) haben Bestimmungsweisen angegeben, aber nicht ausgeführt. Einen sehr sinnreichen

1) *John Nicholson*, The Lancet. Novbr. 1845. p. 451.
2) *Garrod*, Lond. med. Gaz. T. 31. p. 88.
3) *Lassaigne*, Gaz. de Paris. Nr. 11. 1847.
4) *v. Gorup-Besanez*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 8. S. 515—523.
5) Derselb. ebendas. S. 532—543.
6) *Vogel*, Pathol. Anat. des menschl. K. Leipz. 1845. S. 59.
7) *Dumas*, Chim. physiol. et médicale. Paris 1848. p. 326.
8) *Weisz*, Zeitschr. d. k. k. Gesellschft. d. Aerzte. Decbr. 1847. S. 203—229.

Weg zu diesem Zwecke hat *Valentin*[1]) eingeschlagen, der darin besteht, dass einem Thiere, dessen Gewicht bekannt ist, zunächst Blut entzogen und dessen feste Bestandtheile bestimmt werden, dann aber sogleich dem Thiere in die Vene eine bestimmte Quantität reines Wasser gespritzt, von Neuem Blut entzogen und dessen fester Rückstand mit grösster Sorgfalt ermittelt wird. Aus dem Unterschiede des Gehalts an festen Bestandtheilen in den zwei verschiedenen Blutarten berechnete *Valentin* das Verhältniss der Blutmenge zum Körpergewicht bei Hunden und Schafen; bei ersteren fand er es = 1 : 4½, bei letzteren = 1 : 5. Diese Methode würde recht genaus ein, wenn die Wände der Blutgefässe nicht für ein dünneres Plasma permeabler wären, als für ein dichteres wenn die übrige Säftemasse nicht rücksichtlich ihres Wassergehalts in einem solchen Verhältnisse zum Blute stünde, dass in ihr sich der Zustand des Blutes fast augenblicklich reflectirte (wie wir diess ja schon aus der verschiedenen Zusammensetzung der einzelnen Portionen eines und desselben Aderlasses ersehen; vergl. oben S. 242), wenn das Blut nicht an die Nieren und andre Ausscheidungsorgane continuirlich Wasser abgäbe, wenn mit einem Worte die Blutgefässe wasserdichte Canäle wären (im vorliegenden Falle ohne Pforten zur Abfuhr des Wassers und Zufuhr fester Theile).

Wie different die Ansichten der Physiologen über die Menge des im Körper eines erwachsenen Menschen enthaltenen Bluts sind, geht daraus hervor, dass *Blumenbach* die Quantität zu 4 bis 5 Kilogramm, *Reil* dagegen zu 20 Kilogramm schätzte; jetzt schlägt man das Gewicht des Blutes meist zu 10 Kilogramm an, so dass es den sechsten bis achten Theil des ganzen Körpergewichtes ausmachte. Darf ich meine subjective, auf zwei an hingerichteten Verbrechern angestellte Versuche gestützte Ueberzeugung aussprechen, so möchte ich die Menge des Bluts im Körper jugendlicher Männer etwas geringer, nämlich zu 8 bis 8,5 Kilogramm schätzen.

Mein Freund, *Ed. Weber*, bestimmte unter meiner Mitwirkung das Körpergewicht zweier Verbrecher vor und nach der Hinrichtung durch das Schwert; auf diese Weise wurde die Menge des ausgelaufenen Bluts bestimmt; hierauf injicirten wir in die Gefässe des Rumpfes wie des Kopfes Wasser, bis die aus den Venen ablaufende Flüssigkeit nur noch sehr blassröthlich oder gelblich gefärbt war, und aus dem festen Rückstande derselben, der mit dem des frisch ausgelaufenen Blutes verglichen wurde, wurde die Menge des in dem Körper zurückgebliebenen Blutes berechnet. Beispiels halber führe ich nur die bei dem

1) *Valentin*, Repert. der Physiol. Bd. 3. S. 281—293.

einen Versuche erhaltenen Zahlen an; der lebende Körper des einen Verbrechers wog = 60140 grm., derselbe Körper nach der Enthauptung = 54600 grm.; also waren 5540 grm. Blut ausgelaufen; 28,560 grm. desselben hinterliessen = 5,36 grm. festen Rückstand; 60,5 grm. blutiges Wasser, nach der Injection gesammelt, enthielten 3,724 grm. feste Stoffe; im Ganzen wurden 6050 grm. aus den Venen wieder ausgelaufenes blutiges Wasser gesammelt, welche 37,24 gr. festen Rückstand enthielten, welcher = 1980 grm. Blut entspricht; demnach enthielt dieser Körper (5540 grm. durch Enthauptung auslaufendes und 1980 grm. im Körper zurückbleibendes Blut) = 7520 grm. Blut; und das Verhältniss der Blutmasse zum Körpergewicht würde fast genau = 1 : 8 sein. Bei den andern Versuchen wurde ein ganz ähnliches Resultat erhalten.

Es ist uns nicht in den Sinn gekommen, diese Versuchsmethode etwa für sehr genau zu halten; sie schien uns aber wenigstens den Vortheil zu haben, dass man auf diese Weise das Minimum des Blutgehalts eines erwachsenen Menschen erhält; denn wenn auch aus dem Parenchym der von Blutcapillargefässen durchsetzten Organe von dem injicirten Wasser feste Stoffe aufgenommen wurden, die nicht dem Blute angehörten, wird doch das dadurch erhaltene Plus durch das Minus des in den Capillaren noch zurückgebliebenen und zum Theil wohl auch transsudirten Bluts so vollkommen aufgehoben, dass unsre Rechnung sicher den Blutgehalt des menschlichen Körpers um ein weniges geringer angibt, als er in Wahrheit ist.

Ob fette Menschen und Thiere weniger Blut enthalten, als magere, ist trotz des Glaubens der älteren Aerzte und *Schultz's* Versuchen[1]) an fetten und magern Ochsen (in den letztern fand er 20 bis 30 Pfd. mehr Blut) noch keineswegs entschieden.

Ueber die Quellen, denen das Blut entströmt, über seine Bildung und Rückbildung im Einzelnen wie im Ganzen, über seine gesammte physiologische Dignität werden wir ausführlicher erst bei Betrachtung der thierischen Processe und des Stoffwechsels insbesondere sprechen; ist doch das Blut das Centrum, um welches der ganze thierische Stoffwechsel sich dreht und in dem er völlig aufgeht. Da ferner von der Entstehung und Umwandlung der chemischen Bestandtheile des Bluts schon im 1. Th. die Rede gewesen ist, so bleibt uns hier nur übrig, die Genesis und Bestimmung der morphologischen Blutelemente, obwohl mehr der histologischen Physiologie angehörig, doch kurz zu berücksichtigen.

Nach den Forschungen der ausgezeichnetsten Physiologen unsrer Zeit ist es höchst wahrscheinlich geworden, dass es mehr als eine Bildungsstätte der farblosen Blutzellen gibt. Hauptsächlich werden sie zweifelsohne im Chylus gebildet, ferner aber, wie wir oben angedeutet, in der Leber, wenigstens unter gewissen Verhältnissen;

1) *C. H. Schultz*, System der Circulation. Stuttgart 1836.

doch ist ihre Bildung oder wenigstens ihre Ausbildung und Entwicklung sicher nicht blos an einen bestimmten Ort gebunden, sondern geht auch in den mittlern Gefässen der verschiedensten Organe vor sich. Nach den ältern Beobachtungen von *J. Müller*, *E. H. Weber*, *Schwann*, *Henle*, *Reichert* und Andern haben in neuerer Zeit die Entwicklung der farblosen Blutzellen im Chylus besonders *H. Müller*[1]) und *Kölliker*[2]) studirt. Wir finden im Chylus eine Menge verschiedener morphologischer Elemente, deren Deutung als embryonale Blutkörperchen und deren Entwicklungsformen die Physiologen zu sehr verschiedenen Ansichten geführt hat. *H. Müller*, abhold der *Schleiden-Schwann*'schen Zellentheorie, denkt sich nach seinen Beobachtungen die Entstehung jener Körperchen aus dem Chylusplasma ungefähr auf folgende Weise: Schon in den feinsten Milchgefässen scheiden sich aus dem Chylus Klümpchen (solide Körperchen ohne gesonderte Zellenmembran) aus, in denen bereits dichtere Körnchen neben einer dieselbe zusammenhaltenden zähen Materie beobachtet werden; aus diesen Klümpchen bilde sich durch eine gewisse Differenzirung des chemischen Substrats zunächst die Anlage zu Schale und Kern heraus; der Kern erscheine daher in den jüngern Formationen mehr granulös, da er durch Zusammentreten der unlöslichen dichtern Körnchen entstanden sei, während die Schale sich zu einer membranösen Hülle verdichte. Da noch am Ende des Milchbrustganges Klümpchen vorkommen, die erst in Zellenbildung begriffen sind, so sei es nicht unwahrscheinlich, dass diese im Blute erst sich in wahrhafte Zellen, d. h. in farblose Blutkörperchen umwandeln; gleich diesen könne aber die erste Anlage zu solchen Zellen auch im Blute aus dessen Plasma geschehen. *Müller* macht noch darauf aufmerksam, dass die farblosen Zellen des Blutes der Mehrzahl nach dreitheilige Kerne enthalten, so dass sie auch in dieser Hinsicht den Eiterkörperchen gleichen; indessen findet man im Blute immer auch Zellen mit einfachem Kern (gleich den Schleimkörperchen gesunder Schleimhäute) und umgekehrt im Chylus Zellen mit mehrfachem Kern. Es dürfte vielleicht eine geringe Differenz in der chemischen Constitution des Chylusplasmas einerseits und des Blut- oder Exsudatplasmas (bei Eiterung) andrerseits die Ursache sein, dass sich in ersterem leichter ein einfacher, in letzterem ein gespaltener oder mehrfacher Kern bildet. *Kölliker* tritt *H. Müller's* Ansichten entschieden entgegen; er hält dafür, dass die *Schwann-*

1) *Heinr. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3. S. 204—278.
2) *Kölliker*, ebendas. Bd. 5. S. 142—144.

sche Theorie auf die Entwicklung der farblosen Blutkörperchen ihre volle Anwendung finde; in den Anfängen der Chylusgefässe, aber nie im Ductus thoracicus, sah er theils freie theils mit Körnchen umgebene Kerne, und so auch schon junge mit leicht zerstörbaren, kaum vom Kern abstehenden Hüllen; die Existenz der Kernkörperchen behauptet er bestimmtest. Neben dieser Entstehung der Lymphkörperchen in den feinsten Chylusgefässen nimmt *Kölliker* auch eine Vermehrung derselben in den mittlern Gefässen von sich aus an; er lässt es aber unentschieden, ob durch endogene Bildung oder Theilung. Im Ductus thoracicus unterscheidet *Kölliker* grössere und kleinere Lymphkörperchen; nur von den letzteren glaubt er, dass sie sich in Blutkörperchen umwandeln, während die grössern sich im Blute allmälig auflösen sollen.

Für die Entstehung der Blutzellen des Embryo in der Leber haben sich vorzugsweise *Reichert*[1]) vor langer Zeit und neuerdings besonders *E. H. Weber*[2]) und *Kölliker*[3]) ausgesprochen; *Weber* wies insbesondere nach, dass im Frühling die Leber der Frösche eine ganz andre Farbe annehme und zu dieser Zeit eine rege Bildung neuer Blutzellen in jenem Organe vor sich gehe. In neuester Zeit hat aber *Gerlach*[4]), dem *Schaffner*[5]) eignen Beobachtungen nach beigetreten ist, zu beweisen gesucht, dass die Milz die vorzüglichste Bildungsstätte der Blutzellen sei, obwohl die vortrefflichen chemischen Untersuchungen von *Scherer* weit mehr für die von *Kölliker* und nach ihm von *Ecker*[6]) vertretene Ansicht sprechen, dass die Blutkörperchen in der Milz zumeist ihren Untergang finden. So viel steht aber fest, dass die Bildung der Blutkörperchen nicht an bestimmte Organe gebunden ist; denn wir sehen in der Keimhaut des Embryo die Blutkörperchen früher entstehen, als Gefässe und Drüsen sich gebildet haben. In der Area vasculosa bilden sich Blutkörperchen und Gefässe aus Zellen, die nach *Reichert* sich durch nichts von einander unterscheiden. Es unterliegt also wohl keinem Zweifel, dass die farbigen Blutzellen aus den farblosen hervorgehen können, unentschieden ist aber noch, ob dies immer geschieht und wie dies geschieht.

Wenn wir die farblosen Blutkörperchen blos als Bildungsüber-

---

1) *Reichert*, Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. S. 22.
2) *E. H. Weber*, de pulsu u. s. w. Leipzig 1838.
3) *Kölliker*, Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. 4. S. 147—159.
4) *Gerlach*, ebendas. Bd. 7. S. 75—82.
5) *Schaffner*, ebendas. Bd. 7. S. 345—354.
6) *Ecker*, ebendas. Bd. 6. S. 261—265.

gänge zu den farbigen betrachten, so würden wir hierin allein ihre Bestimmung, ihren physiologischen Werth zu suchen haben; allein so ephemer auch ihr Bestehen im Blute sein mag, so darf doch ihre Bedeutung für den chemischen Stoffwechsel nicht völlig geläugnet werden, zumal da viele derselben in der That nicht in die farbigen überzugehen scheinen. Diese Körperchen sind lebensthätige Zellen, welche in sich selbst einen lebhaften Stoffaustausch mit dem Blutplasma unterhalten und somit auch nicht ohne Einfluss auf die Gesammtmischung des Blutes und des Stoffwechsels im Allgemeinen sein können.

Ueber die den morphologischen Process des Uebergangs farbloser Blutkörperchen in farbige begleitenden chemischen Erscheinungen wissen wir nur eben, dass sich Hämatin allmälig in ihnen ausbildet; wir müssen uns daher hier nur begnügen, die den morphologischen Process betreffenden Ansichten der neuern Physiologen (mit Uebergehung der älteren Hypothesen) kurz anzudeuten.

Die sehr verbreitete Ansicht, dass die rothen Blutkörperchen sich aus den Kernen der Lymph- und Chyluskörperchen durch Verschwinden von deren Hülle bilden, hat in letzterer Zeit keine Vertheidiger mehr gefunden: dagegen ist *H. Müller* der Ansicht beigetreten, dass die farblosen Zellen unmittelbar in die rothen Blutkörperchen übergehen; derselbe glaubt nämlich, dass die kleinen Lymphkörperchen, wie sie sich namentlich im Ductus thoracicus finden, entstanden sind, indem sie an flüssig granulösem Inhalt so verloren haben, dass die Hülle sich ziemlich dicht an den Kern anlegt; im Blute verschwinde dann vollends aller Inhalt, so dass die Hülle in völliger Contiguität die eigentliche Schaale des Kerns bilde; deshalb sei das Körperchen dem Kern analog abgeplattet und erscheine concav; das Kernbläschen nähme aber rothen Farbstoff in sich auf, um ein vollendetes Blutkörperchen darzustellen. Dagegen spricht allerdings ausser mehrern andern Gründen das chemische Verhalten der Hüllenmembran der Blutkörperchen.

Kölliker hält die Ansicht für die wahrscheinlichste, wornach die kleinere Art der Chyluskörperchen sich durch das Verschwinden des Kerns unter Aufnahme von Farbstoff in das eigentliche Blutkörperchen umwandelt; er führt dafür folgende Gründe an: 1) die gleiche Grösse der kleinern Chyluskörperchen des Ductus thoracicus und der rothen Blutkörperchen; 2) das vollkommen gleiche Verhalten der Hülle jener Chyluskörperchen und der Membran der Blutscheiben gegen physische und chemische Einflüsse; 3) die schwach gelbliche Färbung jener Chyluskörperchen mit durchaus farblosem Kern; 4) die Abplattung, die

jedoch nicht in dem Grade stattfindet, wie bei den ausgebildeten Blutkörperchen; 5) die Kerne der kleinern Chyluskörperchen sind von den Blutkörperchen durchaus verschieden.

Gerlach hat diesen drei Theorien, bezüglich des Ueberganges der farblosen Blutkörperchen in farbige, eine vierte hinzugefügt, die er hauptsächlich auf das Vorkommen von Blutkörperchen führenden Zellen in den Malpighi'schen Körperchen der Milz und in der embryonalen Leber begründet. Nach ihm werden die farbigen Blutkörperchen innerhalb farbloser gebildet, so dass die letzteren zu ersteren sich wie Mutterzellen verhalten. Da aber dieser Gegenstand weniger der physiologischen Chemie als der reinen Histologie angehört, so mögen diese Andeutungen genügen, bis die Chemie im Stande sein wird, auch über die Bildung und Rückbildung der Blutzellen ein gültiges Wort mitzusprechen.

Wie die *Blutkörperchen* im lebenden Blute wirken, welche Zwecke sie erfüllen, nach welchen Gleichungen die chemischen Umwandlungen in ihnen vor sich gehen, darüber wissen wir bis heute noch äusserst wenig; desto reicher sind wir aber an Hypothesen, deren Werth wir in Kürze abzuschätzen versuchen wollen. Kurz nach der Entdeckung dieser eigenthümlichen Molecüle des Bluts konnte es nicht fehlen, dass man auch hier mit dem Worte „Leben" jenen unseligen Unfug trieb, dessen sich die physikalische Physiologie selbst bis auf die neueste Zeit nicht gänzlich erwehren konnte. Weil es aber an einem logischen Begriff für den Ausdruck „Leben" fehlte, lies sich in diesen alles hineinpfropfen, was nicht handgreiflicher Weise von physikalischen oder chemischen Thätigkeiten abhing. Man dachte sich die Blutmolecüle mit einem ganz individuellen Leben begabt gleich den Infusorien, ja man hielt sie zum Theil geradezu für solche (*Eble* und *Mayer*); zum Beweise dieser Behauptung schrieb man ihnen eine spontane Bewegung zu, die nach *Czermak*, *Treviranus* und *Mayer* noch in neuerer Zeit *Emmerson* und *Reader* beobachtet haben wollten. Selbst in neuester Zeit wurde einer der ausgezeichnetsten Chemiker verleitet, aus einigen Versuchen auf eine eigenthümliche Lebensthätigkeit der Blutkörperchen zu schliessen. Der geistreiche *Dumas* vermochte sich nicht der Aeusserung zu entschlagen, dass den Blutkörperchen eine gewisse Respirationsthätigkeit eigen sei, die zuweilen zu wahrhafter Asphyxie herabsinken könne. Zur Widerlegung dieser Ansicht reicht es wohl hin, zu erwähnen, dass *Dumas* hierzu nur durch die bekannte Erfahrung veranlasst wurde, dass mit neutralen Alkalisalzen

behandelte Blutkörperchen in der Ruhe zusammenkleben, stark dunkeln und bei mittlerer Temperatur sich zu zersetzen anfangen, während diese Veränderung später eintritt, wenn das mit Salzen versetzte Blut öfter geschüttelt wird; *Dumas* glaubte, dass der Zutritt des Sauerstoffs beim Schütteln die Blutkörperchen länger am Leben erhalte; allein schüttelt man sie mit Stickstoff- oder Wasserstoffgas, so dunkeln sie nicht früher, als beim Schütteln mit atmosphärischer Luft; es ist also nur die Bewegung, welche das Zusammenkleben und die weitre Zersetzung der Blutkörperchen verzögert. Im Allgemeinen sei uns aber erlaubt (um nicht missverstanden zu werden) rücksichtlich der Vitalität der Blutkörperchen zu bemerken, dass, wenn wir unter Leben blos einen Complex physischer und chemischer Thätigkeiten mit Rücksicht auf morphologische Bildung und Rückbildung verstehen, den Blutkörperchen Vitalität ebensowenig abgesprochen werden kann, als jeder andern thierischen oder pflanzlichen Zelle.

Eine schon seit langer Zeit fast allgemein gehegte Ansicht war die, dass die Blutkörperchen in den Lungen Sauerstoff aufnähmen und denselben in den Haargefässen wieder abgäben; man schloss diess hauptsächlich aus dem Hellrothwerden des Bluts in der Lunge und dem Dunkeln desselben in den Capillaren; man hielt sie mit einem Worte für Sauerstoffträger. Gegen diese Ansicht wendet *Henle* ein, dass man die Blutzellen mit gleichem Rechte auch Wasserträger nennen könne; denn sie zeigten sich ja gegen die geringsten Mengen mehr oder weniger zugeführten Wassers nicht minder empfindlich als gegen Sauerstoff und Kohlensäure; sie nähmen Wasser in sich auf und dunsteten in den Lungen einen Theil desselben wieder ab; die Gase, aus deren vermeintlich chemischer Einwirkung man jene Function der Blutzellen geschlossen habe, hätten ja nur eine mechanische Wirkung auf Form und demzufolge auf Farbe der Blutkörperchen. Die letztere Behauptung gewann nicht nur durch die oben angeführten Untersuchungen von *Nasse, Henle, Scherer* und *Bruch*, welche den Einfluss der Formveränderungen der Körperchen auf die Farbe des Bluts darthaten, sondern auch durch *Mulder's* genauere Untersuchung des Blutpigmentes, welches gegen Gase sich völlig indifferent verhielt, hohe Wahrscheinlichkeit. Hierzu kamen noch zwei andre Thatsachen, durch welche jene supponirte Function der Blutzellen vollends zweifelhaft, wo nicht unstatthaft gemacht zu werden schien: *Marchand* konnte aus Blute, in das er Sauerstoff leitete, nachdem er alle Gase daraus entfernt hatte, keine Spur Kohlensäure erhalten; also schien wenigstens in den Zel-

len selbst nicht die Umwandlung des Sauerstoffs in Kohlensäure vor sich zu gehen. Noch mehr entgegen der gewöhnlichen Ansicht schien eine andre Beobachtung, welche *Hannover* machte; derselbe fand nämlich, dass Chlorotische, deren Blut doch oft so arm an farbigen Blutzellen ist, in gleichen Zeiten ebensoviel Kohlensäure aushauchen als gesunde Frauen. Man würde also mit *Henle* glauben können, dass ein näheres Verhältniss zwischen den Körperchen und den Gasen des Blutes nicht statt finde: wenn nicht zwei gewichtige Gründe, auf nicht verschieden zu deutende Thatsachen gestützt, für die ältere Ansicht sprächen, die den Blutzellen das Vermögen vindicirt, Sauerstoff aufzusaugen. Der erste dieser Gründe beruht auf der oben angeführten Erfahrung, dass die Intercellularflüssigkeit oder Serum allein nur wenig Sauerstoff zu absorbiren vermag, während das zellenhaltige Blut das Absorptionsvermögen in sehr hohem Grade besitzt; diese Thatsache spricht so klar für die Function der Blutzellen, dass sie keiner weitern Darlegung bedarf. Der zweite Grund, welcher das Absorptionsvermögen der Blutkörperchen für Gase unterstützt, ist der, dass das diluirte Blutroth d. h. das stark gewässerte Blut, welches nur noch einzelne wiederherstellbare Blutkörperchen, den Inhalt der meisten (das Hämatin u. s. w.) in Lösung enthält, gegen Kohlensäure und Sauerstoff sich immer noch empfindlich zeigt; die Farbveränderung kann hier unmöglich von Formveränderungen der Blutkörperchen abgeleitet werden; das Hämatin *Lecanu's* und *Mulder's* ist nicht dasselbe, welches in den frischen Blutzellen enthalten ist; trotzdem dass das Lösen der Blutzellen wahrscheinlich nicht die Rolle spielt, die man ihm sonst zuertheilte, dürfte das frische lösliche Hämatin doch seinen Antheil an dem Absorptionsvermögen der Blutkörperchen für Gase haben. Der *Marchand*'sche Versuch beweist nur, dass die Blutkörperchen an sich und ausserhalb des thierischen Körpers d. h. wenn sie bereits mit Sauerstoff in Berührung waren, auf Zuleiten von Sauerstoff Kohlensäure selbst zu erzeugen nicht im Stande sind. Was endlich die Erfahrung *Hannover's* betrifft, so ist diese, abgesehen davon, dass sie mehrere Deutungen zulässt, keineswegs der Art, um jene Fähigkeit der Blutzellen zu widerlegen; denn wenn ein Mensch mit wenig Blutkörperchen ebensoviel Kohlensäure exhalirt als einer mit viel Blutkörperchen, so folgt daraus nicht, dass die Kohlensäureerzeugung lediglich von den Blutkörperchen abhängig sei, was im Gegentheil geradezu in Abrede zu stellen ist. Die Blutkörperchen nehmen ja die meiste Kohlensäure aller Wahrscheinlichkeit nach erst in den Capil-

laren auf und sind bekanntlich im Stande weit mehr Kohlensäure aufzunehmen, als sie gewöhnlich im venösen Blute führen; 80 oder 100 Blutkörperchen chlorotischen Bluts können dieselbe Menge Kohlensäure aufnehmen, welche 120 Blutkörperchen gesunden Bluts in den Capillaren aufzusaugen pflegen; jene 80 können daher auch in den Lungen ebensoviel Kohlensäure exhaliren, als sonst 120. Ueberdiess besitzt aber die Intercellularflüssigkeit für Kohlensäure ein weit grösseres Lösungsvermögen als für Sauerstoff, und es würde demnach der Blutkörperchen gar nicht bedürfen, um die in die Capillaren transsudirte Kohlensäure den Lungen zuzuführen. Wir halten daher die Ansicht, welche den Blutkörperchen die Function zuschreibt, Sauerstoff aufzunehmen und theilweise in den Capillaren wieder abzugeben, nicht nur nicht für widerlegt, sondern gerade das Gegentheil für erwiesen.

Es drängt sich hierbei nur noch die Frage auf: ob der Sauerstoff von den Blutzellen nur mechanisch aufgenommen oder locker gebunden werde, oder ob er chemisch sich mit einzelnen Bestandtheilen derselben vereinige und somit ohne Weiteres schon in den mittleren Gefässen zur Bildung von Kohlensäure Veranlassung gebe. Zweifelsohne ist beides der Fall; der grösste Theil des in den Lungen absorbirten Sauerstoffs wird von den Blutkörperchen nur mechanisch aufgesogen oder schwach gebunden den Capillaren zugeführt; das geht aus den Versuchen von *Magnus, Marchand* und Andern evident hervor; es würde aber höchst auffallend wo nicht wunderbar sein, wenn die für äussere Einflüsse und namentlich chemische Agentien so empfindlichen Blutzellen, in denen ein reger Stoffwechsel nicht zu läugnen ist, vom Sauerstoff ganz unangetastet blieben. Diess ist aber auch keineswegs der Fall, wie directe Beobachtungen lehren. Wir haben oben gezeigt und werden noch an einem andern Orte durch speciellere Mittheilung der Analysen darthun, dass die Unterschiede in der chemischen Constitution der arteriellen und venösen Blutkörperchen schwerlich anders als durch Annahme einer chemischen Einwirkung des Sauerstoffs auf einzelne organische Bestandtheile der Blutkörperchen in den Lungen zu deuten sind. Wir erinnern hier nur daran, dass wir die Mineralstoffe und das Hämatin in den Blutkörperchen nach der Inspiration von Sauerstoff vermehrt, dagegen die organischen Stoffe und besonders die Fette erheblich vermindert fanden; es lässt sich diese unbestreitbare Thatsache wohl kaum anders deuten, als durch die Annahme, dass die Mineralstoffe und das Hämatin durch Sauerstoffaufnahme wahrscheinlich nur an Gewicht zunehmen können, während die organischen Stoffe und

besonders die Fette durch Oxydation zerstört, und ihre Zersetzungsprodukte in die Intercellularflüssigkeit übergeführt werden, oder wenigstens durch Wasser- und Kohlensäurebildung eine erhebliche Gewichtsverminderung erleiden. Dass aber die Blutkörperchen von den Capillaren des kleinen Kreislaufs bis zu denen des grossen gleich mechanischen Molecülen unalterirt hinüberschwimmen, wird wohl Niemand im Ernste glauben.

Sind wir aber auch noch nicht im Stande, die Function der Blutkörperchen nach exacten Unterlagen in chemischen Gleichungen auszudrücken und hiernach ihren physiologischen Werth zu begreifen: so können wir uns doch aus den vorliegenden Thatsachen eine generelle Anschauung über den Zweck ihres Bestehens im Blute bilden. Die Blutkörperchen sind Zellen mit eigenthümlichem Inhalte; schon aus physikalischen Gründen können sie ohne fortdauernden Stoffwechsel nicht gedacht werden. Ihre Thätigkeiten müssen entsprechend sein dem Menstruum, in dem sie suspendirt sind, so wie überhaupt allen den Verhältnissen, unter denen sie sich im lebenden Körper befinden. Schon a priori ist zu schliessen, dass jede junge Thierzelle sich im gesunden Blute unter den einmal gegebenen Verhältnissen in Blutkörperchen unwandeln muss, ganz so wie wir den Urtypus der Thierzelle, das Chyluskörperchen, in Blutkörperchen übergehen sahen; denn der Satz ist auch in der Physiologie unumstösslich, dass gleiche Bedingungen auf gleiche Substrate dieselben Erfolge äussern müssen. Ist aber die Bildung einer Zelle abhängig von dem sie umgebenden Medium, so kann sie auch ihre weitere Thätigkeit nur in Rücksicht auf dieses entwickeln; die Blutzellen müssen also mit dem Plasma in einer immerwährenden Wechselwirkung stehen, ebenso wie die Hefezellen mit dem Gährungsgemisch. Welche Umwandlungen aber durch diese Wechselwirkung erzielt werden, das ist eben noch der Zweck fernerer Forschung. So weit sich für jetzt dieser Gegenstand übersehen lässt, dürfte man wohl von der Wahrheit nicht zu sehr abirren, wenn man sie als Organe d. h. als Werkstätten ansieht, in denen einzelne Bestandtheile des Plasma zu ihrer fernern Bestimmung, nämlich zur Bildung und Reproduction der Gewebe, verarbeitet werden. Will man freilich Bestandtheile des Plasmas namhaft machen, so verliert man sich in ein Labyrinth von Hypothesen. So hat man z. B. geglaubt, in den Blutkörperchen werde aus dem Eiweiss Faserstoff fabricirt; diess ist möglich, insofern der Faserstoff ein bereits zur Ablagerung in den Geweben verarbeiteter Stoff zu sein scheint, aber unwahr-

scheinlich, da wir auch im Blute, welches sehr arm an Blutkörperchen ist, zuweilen den Faserstoff ausserordentlich zunehmen sehen (Chlorose).

Das Bestehen der Blutkörperchen ist, wie das aller lebensthätigen Zellen, an eine bestimmte Dauer gebunden (ja hat man doch in dieser begrenzten Dauer des Bestehens von naturphilosophischer Seite her eine specifische Eigenschaft lebender Wesen finden wollen, als ob einem physikalischen oder chemischen Processe nicht auch eine begrenzte Dauer, ein Anfang und ein Ende, zukomme). Auch die Thätigkeit der Blutkörperchen findet ihr Ende, auch sie finden ihren Tod; daran zweifelt Niemand, obgleich die Art und Weise ihres allmähligen Unterganges noch keineswegs erkannt ist. Man weiss nur soviel, dass bei der mikroskopisch-chemischen Untersuchung die Blutkörperchen desselben Blutes chemischen Agentien verschieden lange widerstehen; man schliesst hieraus, dass die leichter zersetzbaren, welche meist intensiver gefärbt erscheinen, die ältern sind, während man jene, welche schwerer verändert werden, blasser sind und in einem granulösen Inhalte das Rudiment eines Kerns zu enthalten scheinen, für die jüngeren hält. Wie lange das Leben eines Blutzellenindividuums dauere, darüber ist noch kein Aufschluss erlangt worden; die Beobachtung von *Harless*, dass ein Froschblutkörperchen nach 9 bis 10maligem Wechsel von Sauerstoff und Kohlensäure völlig verschwindet, würde uns eine ungefähre Deutung der Dauer desselben geben können, wenn nur nicht bei diesen Versuchen reiner Sauerstoff und reine Kohlensäure abgewechselt hätten, während in den Lungen nur atmosphärische Luft, die etwa 4% Kohlensäure enthält, auf die Blutkörperchen einwirkt. Dass die Dauer der rothen Körperchen des Blutes nicht allzukurz anzunehmen sei, lässt sich aus einer nähern Vergleichung des Blutes öfter wiederholter Aderlässe entnehmen; wenn nämlich selbst nach einem nicht allzureichlichen Aderlasse sich noch mehrere Tage darauf das Blut an Körperchen ärmer und nach mehrern Aderlässen selbst auf längere Zeit an solchen verarmt zeigt, so beweist dieses gewiss, dass ihre Regeneration nicht allzu schnell vor sich gehen kann; wenn aber ihre Regeneration langsam vor sich geht (wofür auch die reichliche Menge farbloser Blutkörperchen im Blute nach starken Blutverlusten spricht), so kann ihre Dauer nicht eine zu kurze sein, denn sonst könnte die Zahl der gefärbten Blutkörperchen nicht so überwiegend über die der farblosen sein.

Die Frage, ob vorzugsweise an einem bestimmten Orte die Blutkörperchen zu Grunde gehen, ist bis heute noch nicht

mit Sicherheit beantwortet. Man dachte sich wohl früher den Untergang der Blutkörperchen im Allgemeinen so, dass sie durch die wechselnde Einwirkung von Sauerstoff und Kohlensäure so wie der verschiedenartigen Salze und andrer Stoffe allmählig, d. h. im ganzen Verlaufe der Blutgefässe zerstört und ihre Producte nach und nach aufgelöst würden. Da das arterielle Blut im Ganzen ärmer an Blutkörperchen gefunden wird, so hätte man hierin wohl eine Stütze für die Ansicht suchen können, dass die alternden Blutzellen hauptsächlich in den Lungencapillaren durch den zutretenden Sauerstoff zerfielen: allein da nur nachgewiesen ist, dass das Gewicht der Summe der Blutkörperchen vermindert ist, nicht aber ob sie auch an Zahl abgenommen haben, so ist man keineswegs gezwungen anzunehmen, dass die Blutzellen in den arteriellen Gefässen zu Grunde gingen; ja es ist sogar aus andern Gründen wahrscheinlich, dass nicht ihre Anzahl, wohl aber das Gewicht jeder einzelnen durch die Respiration einen Verlust erleidet. Man zog es aber überhaupt vor, den Untergang der Blutkörperchen an einen bestimmten Ort zu verlegen, und *Schultz* war es hauptsächlich, der die Leber für das Organ hielt, in welchem die „Blutmauser" vor sich ginge. *Fr. Chr. Schmid's* genauere Untersuchungen des Pfortaderblutes und der darin vorkommenden, von denen andern Bluts verschiedenen farbigen Zellen schienen jener Hypothese noch einen exactern Grund zu gewähren. Wir haben bereits in dem Obigen unter „Galle" so wie unter „Blut" weitläufig genug über die Constitution des Pfortaderbluts und sein Verhältniss zur Leberfunction gesprochen, und sind durch die vergleichenden Analysen des Pfortader- und Lebervenenbluts zu dem Resultate gelangt, die Leber eher für ein Verjüngungsorgan der Blutkörperchen als für den Ort ihrer Zerstörung zu halten, wiewohl wir nicht in Abrede stellen konnten, dass von der Milzvene her der Pfortader Blutkörperchen zugeführt würden, die man gewöhnlich für alternde zu halten pflegt; während der Verdauung dagegen fanden wir im Pfortaderblute nur normale Blutkörperchen. Die Ansicht von *Schultz* dürfte daher wohl nur unter gehöriger Restriction noch als gültig anerkannt werden. Dagegen ist aber in neuerer Zeit von *Kölliker* und später von *Ecker* aus histologischen Untersuchungen der Milz und besonders der Malpighi'schen Körperchen derselben die Ansicht abgeleitet worden, dass dasjenige Organ, welches man früher allgemein für die Werkstätte der Blutbildung hielt und von *Gerlach* und *Schaffner* noch dafür gehalten wird, hauptsächlich der Ort sei, wo die Blutkörperchen ihrer Auflösung und völligen Zerstö-

rung entgegen gehen. Bei dem Zwiespalt der Meinungen der zuverlässigsten Histologen müsste man daran verzweifeln einer der beiden entgegengesetzten Ansichten den Vorzug zu geben, wenn nicht hier, wie so oft, die chemische Analyse der histologischen hülfreich zur Seite träte. *Jos. Scherer* hat nämlich eine vortreffliche, an neuen Entdeckungen reiche Untersuchung der Milzpulpe ausgeführt, deren wesentlichstes Resultat dieses ist, dass in dem Milzsafte sich die merkwürdigsten Uebergangsstufen der Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger und eiweissartiger Materien und des Blutfarbstoffs selbst angesammelt finden. Es geht aus dieser Untersuchung mit der höchsten wissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Milz den zu ihrer Function nicht mehr tauglichen Blutkörperchen den Untergang bereitet. Wir versparen den nähern Nachweis dieser aus der einfachsten Induction hervorgehenden Hypothese auf die chemisch-physiologische Betrachtung der Milz, da ohnediess diese dem Blute gewidmete Abhandlung den ihr geziemenden Raum allzusehr überschritten hat.

Chylus.

Der Chylus oder Milchsaft hat verschiedene physikalische Eigenschaften je nach der Art, nach dem nüchternen oder gesättigten Zustande des Thiers, nach dem Theile der Chylusgefässe, denen er entlehnt wurde, so wie endlich nach der Art der genossenen Nahrungsmittel. Gewöhnlich bildet er eine milchig opalisirende, gelblich weisse oder blassröthliche Flüssigkeit, von schwachem thierischem Geruche und etwas salzigem aber dabei fadem Geschmacke, von sehr schwach alkalischer Reaction. Gleich dem Blute gerinnt er 9 bis 12 Minuten, nachdem man ihn dem Chylusgefässe entnommen hat; das Coagulum, welches sich nach 2 bis 4 Stunden contrahirt hat, ist viel geringer als das des Blutes, sehr weich, zerreissbar, ja zuweilen nur gallertartig; an der Luft färbt es sich (namentlich das von Pferden) meist etwas lichtroth, wenn es vorher gelb gefärbt war. Das Chylusserum, wenn auch klarer, als der frische Chylus, bleibt immer etwas trüb. Beim Verdünnen mit blossem Wasser trübt sich das Chylusserum

gewöhnlich nicht; damit gekocht, bildet es eine milchweisse Flüssigkeit, aus der sich gewöhnlich nur einzelne Klümpchen abscheiden; durch Essigsäure entsteht oft (*Nasse*[1]) eine Trübung; beim Verdunsten der von dem Eiweiss-Coagulum abfiltrirten Flüssigkeit bilden sich auf deren Oberfläche farblose durchsichtige Häute (Natronalbuminat). Durch Aether wird das Chylusserum nicht coagulirt, sondern klarer; zwischen Aether und Chylusserum bildet sich eine schmutzig gelblich weisse, rahmartige Schicht.

Bei Vögeln, Amphibien und Fischen ist der Chylus nach *Tiedemann* und *Gmelin* so wie nach *Nasse* fast farblos und durchsichtig; nach *J. Müller*, *Gurlt*, *Simon*, *Nasse* und meinen eignen Erfahrungen ist der Chylus von Pferden mehr röthlich gefärbt, als der irgend eines andern Thiers, dessen Chylus untersucht wurde; völlig milchweiss fand *Nasse* den Chylus von Katzen. Nur während der Verdauung pflegt der Chylus stark getrübt zu sein, ausser derselben bildet er eine schwach opalisirende Flüssigkeit, die nur im Ductus thoracicus eine röthliche Farbe zeigt.

An morphologischen Elementen ist der während der Verdauung gesammelte Chylus sehr reich, da er als eine höchst plastische Flüssigkeit die verschiedensten Entwicklungsstufen der Zellenformation enthält. Man hat daher sehr verschiedene Molecüle in ihm unterschieden, und verschiedene Entwicklungsstufen mit dem Namen der Chyluskörperchen belegt. (*J. Müller*[2]), *Schultz*[3]), *R. Wagner*[4]), *Henle*[5]), *Nasse*[6]), *Arnold*[7]), *Kölliker*[8]), *Herbst*[9]), *H. Müller*[10]).

Da eine genauere Beschreibung dieser Molecüle mehr in die Histologie gehört, so verweisen wir auf die Arbeiten der eben genannten Männer und führen hier nur das Wesentlichste an von dem, was sich mikroskopisch im Chylus an Molecülen erkennen lässt. Zunächst findet man im Chylus, namentlich in solchem, der den feinsten Chylusgefässen während der Verdauung entlehnt ist, *äusserst feine Körnchen*,

---

1) *H. Nasse*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 1. S. 235.
2) *J. Müller*, Handb. d. Physiol. Bd. 1. S. 254 ff.
3) *Schultz*, System der Circulation. Stuttg. 1836. S. 45.
4) *R. Wagner*, Beitr. z. vergl. Physiol. Bd. 2. S. 56 ff.
5) *Henle*, Allg. Anat. S. 421—471.
6) *Nasse*, Handwörterb. d. Phys. Bd. 1. S. 226 ff.
7) *Arnold*, Anatomie. S. 260.
8) *Kölliker*, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844. S. 50 u. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 4. S. 142—147.
9) *Herbst*, Lymphgefässsyst. u. seine Verrichtungen. Götting. 1844. S. 603.
10) *H. Müller*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 3. S. 239.

die unter dem Mikroskope über dem Sehfelde einen dünnen Schleier verbreiten; diese Molecüle sind besonders von *H. Müller* genauer untersucht und als Fettkörnchen, umgeben von einer proteïnartigen Hülle, erkannt worden; nur auf Zusatz von Wasser bleiben diese Körnchen unverändert, versetzt man aber den Chylus mit Essigsäure oder verdünntem Aetzkali, so fliessen sie zusammen und bilden die gewöhnlichen Fetttröpfchen; dasselbe geschieht, wenn man Chylus eintrocknen lässt und den Rückstand wieder in Wasser löst. Die meisten Beobachter stimmen darin überein, dass im frischen Chylus der meisten Thiere *keine wahren Fetttröpfchen* vorkommen; nur beim Menschen hat man sie öfter gefunden; hier ist aber wahrscheinlich der Chylus, da er meist aus älteren Leichnamen entlehnt worden war, schon theilweise zersetzt gewesen, so dass die angehende Fäulniss gleich dem Kali gewirkt hatte.

Ausser jenen feinsten Molecularkörnchen finden sich im Chylus und zwar ebenfalls hauptsächlich in den Anfängen der betreffenden Gefässe *gröbere Körnchen*, die sich zu Häufchen zusammengruppiren und durch eine hyaline Substanz zusammengehalten zu werden scheinen *(H. Müller)*, so wie auch deutliche *Kerne* mit scharfen Contouren und deutlichem Kernkörperchen, die zuweilen von einzelnen Körnchen bedeckt sind *(Kölliker)*.

Man hat meistens noch besondere *Chyluskörperchen* als eigenthümlichen Bestandtheil des Chylus angenommen; allein im Wesentlichen sind diese von den sg. Lymphkörperchen oder farblosen Blutkörperchen durchaus nicht verschieden; sie unterscheiden sich von letztern der Mehrzahl nach nur dadurch, dass sie verschiedene Stadien der Entwicklung dieser Zellen repräsentiren. Sie zeigen daher sehr verschiedene Grössen und Formen, bald einen deutlichen, bald einen undeutlichen Kern, zuweilen auch einen gespaltenen Nucleus, der oft erst auf Zusatz von Wasser deutlich gemacht werden kann, weshalb im Chylus selbst diese Körperchen nur matt durchscheinenden Blasen gleichen; merkwürdig ist, dass viele derselben in den Chylusgefässen mittlerer Weite oft eine Grösse von $^1/_{200}$''' haben, während im Chylus des Milchbrustgangs fast nur solche von $^1/_{250}$ bis $^1/_{350}$ vorkommen.

Ihr chemisches Verhalten ist theils bei den farblosen Blutkörperchen bereits erwähnt worden, theils kommen wir bei den Eiterkörperchen wieder darauf zurück.

Farbige Blutkörperchen werden im Chylus, namentlich in dem des Ductus thoracicus, constant gefunden, jedoch immer in sehr geringer Menge, sobald er vorsichtig gesammelt worden ist.

Um sich frischen Chylus in möglich grösster Menge zu verschaffen, tödtet man ein Thier zwei bis fünf Stunden nach der Fütterung durch Strangulation oder den Nackenstich, öffnet schnell die Brusthöhle und unterbindet den Ductus thoracicus kurz vor seiner Einmündung in die V. subclavia; wartet man nun kurze Zeit, so wird der Milchbrustgang sich mit Chylus anfüllen, so dass er davon gespannt und wie injicirt wird; hierauf präparirt man ihn bis in die Bauchhöhle zur Cisterne herab und entleert den Inhalt mit Vorsicht (um Blutbeimengung zu vermeiden) entweder durch eine feine Troiquartnadel oder durch einen einfachen Einschnitt. Mehr Chylus erhält man, wenn man blos den Brusttheil des Ductus thoracicus bloslegt und sofort durch Einschnitt den Chylus ausfliessen lässt; allein der jähe Abfluss des Chylus in dem frisch getödteten Thiere kann möglicher Weise ein reichlicheres Zufliessen von Lymphe und wässriger Flüssigkeit bedingen, so dass der gewonnene Chylus nicht ganz den Charakter des normalen Milchsaftes trägt.

Was die chemischen Bestandtheile des Chylus betrifft, so sind diese denen des Blutes vollkommen entsprechend; bis jetzt hat man nur sehr geringe, ja durchaus unwesentliche Unterschiede zwischen dem Plasma des Blutes und dem Chylus ermitteln können; dies ist allerdings sehr leicht erklärlich; denn der genauern chemischen Analyse war nur der Milchsaft des Ductus thoracicus zugänglich, eine Flüssigkeit, die nicht nur an sich dem Blute weit ähnlicher ist, als der Chylus der feinern Gefässe, sondern die selbst von den Lymphgefässen der Milz aus bereits farbiges Blut sammt Blutkörperchen aufgenommen hat.

Nach den ungelösten Molecülen des Chylus, deren chemische Constitution noch viel mehr ausser dem Bereiche unsrer heutigen Forschung liegt, als die der vollendeten Blutzellen, zieht auch hier der Faserstoff hauptsächlich unsre Aufmerksamkeit auf sich. Derselbe unterscheidet sich nämlich durchschnittlich von dem des Blutes durch eine weit geringere Contractilität, durch eine mehr gallertartige Beschaffenheit, welche die pathologischen Anatomen serös infiltrirt nennen würden; gleich dem Faserstoff in manchen krankhaften Exsudaten löst sich derselbe zuweilen, namentlich wenn die umgebende Temperatur über das gewöhnliche Mittel steigt, einige Stunden nach der Gerinnung wieder auf; er zeigt unter dem Mikroskop auch gewöhnlich nicht die fasrige Textur des fest geronnenen Blutfibrins, löst sich in verdünnten

Alkalien und organischen Säuren sehr leicht auf, und nach kurzer Digestion auch in Salpeterwasser, ja selbst in Salmiaklösung; aus der essigsauren Lösung wird er durch Salmiak, und aus der salmiakhaltigen Lösung durch Essigsäure fast vollständig wieder niedergeschlagen. In gehörig entfettetem, ausgewaschenem und getrocknetem Chylusfibrin fand ich nur 1,77 % stark alkalischer Asche. Gleich dem Blutfibrin schliesst das des Chylus immer einige der oben genannten morphologischen Bestandtheile des Chylus mit ein, und ist deshalb hauptsächlich noch fettreicher als das des Blutes; jedoch geschieht es wohl sehr selten, dass der Faserstoff des Chylus beim Gerinnen alle jene Elemente mit einschliesst, welche in der Intercellularflüssigkeit suspendirt waren; deshalb ist das Chylusserum zwar gewöhnlich klarer, als der ursprüngliche Chylus, allein einige Trübung oder wenigstens Opalescenz behält es immer bei.

Im Serum des Milchsaftes prävalirt unter den festen Bestandtheilen ebenfalls das Albumin. Man hat dasselbe für ein unvollkommnes, noch nicht ausgebildetes Eiweiss halten wollen (*Prout*), und zwar aus dem Grunde, weil es beim Erhitzen gerinnt und gleichzeitig durch Essigsäure einigermassen gefällt wird. Abgesehen von dem Unlogischen, was chemischer Seits in der Annahme einer unvollkommnen Substanz liegt (denn ist z. B. Sumpfluft ein vollkommnerer Kohlenwasserstoff als ölbildendes Gas oder umgekehrt?), so wird nach dem im 1. Th. S. 341 Bemerkten Jedermann zunächst auf den Gedanken kommen, dass im Chylus das Albumin nur mit mehr Alkali als im normalen Blute verbunden ist; und diess bestätigt auch die directe Untersuchung (wenigstens beim Chylus des Milchbrustgangs der Pferde). Durch sehr starkes Verdünnen mit Wasser wird das Chylusserum durchaus nicht getrübt, beim Kochen bildet es weniger cohärente Flocken, als eine milchweisse, undurchsichtige Flüssigkeit; beim Abdampfen des Chylusserums bilden sich auf dessen Oberfläche farblose Häute; das wässrige Extract des Chylusrückstandes reagirt stark alkalisch, und seine Lösung wird durch Neutralisation mit Essigsäure getrübt; nach dem Verschwinden der Trübung durch stärkern Zusatz von Essigsäure bewirkt Blutlaugensalz eine bedeutende Fällung; der wässrige Auszug des Chylusrückstands giebt beim Kochen mit Salmiak eine bedeutende Trübung, ebenso auch auf Zusatz von Salpetersäure. In dem mit Wasser, Alkohol und Aether ausgelaugten Albumin fanden sich beim Einäschern 2,068 % Mineralbestandtheile und darunter noch viel alkalische, mit Säuren aufbrausende Salze. Es ist somit die oft

behauptete Gegenwart von Casein im Chylus nicht nur nicht erwiesen, sondern sogar unwahrscheinlich.

Wichtig würde es gewesen sein, die *Peptone* der eiweissartigen Stoffe der Nahrungsmittel im Chylus nachzuweisen, allein bei dem Mangel an empfindlichen Reagentien für dieselben lässt sich diese Frage durch die directe Untersuchung nicht entscheiden; da der Chylus an nicht coagulirbaren, nur in Wasser löslichen Substanzen 2,5 bis 3,0 % enthält, und darunter besonders viel Natronalbuminat und Mineralsalze sind, so ist es wenigstens unwahrscheinlich, dass in dem aus dem Ductus thoracicus entleerten Chylus der Pferde Peptone vorkommen; es bleibt daher die Frage gänzlich unentschieden, ob die Peptone in den Mesenterialdrüsen zu Albumin und Fibrin verarbeitet werden.

Dass Fett in grosser Menge im Chylus enthalten ist, geht schon aus der mikroskopischen und mikroskopisch-chemischen Untersuchung hervor; durch ebendieselbe lässt sich auch mit einiger Wahrscheinlichkeit nachweisen, dass der Chylus in den Anfängen und den feinern Chylusgefässen viel unverseiftes, im Ductus thoracicus dagegen mehr verseiftes Fett enthält. Ein krystallisirbares Fett konnte ich aus den Chylusfetten des Pferdes, aus den verseiften sowohl als aus den unverseiften, auf keine Weise erhalten; auch andre Experimentatoren geben an, dass sie nur ein schmieriges und ein talgartiges Fett erhalten haben, ohne aber wohl genauer auf Darstellung mikroskopischer Fettkrystalle auszugehen.

Zucker wollen einige Autoren im Chylus gefunden haben, andre nicht; besonders will *Trommer*[1]) im Chylus von Pferden mittelst der von ihm entdeckten Zuckerprobe solchen gefunden haben; allein bekannt sind die Verhältnisse, welche die Brauchbarkeit dieses Prüfungsmittels ausserordentlich beeinträchtigen können; namentlich wirkt das selbst in das alkoholische Extract übergehende Natronalbuminat des Chylus störend auf die Reaction ein; dasselbe kann mit Kupfervitriol und Kali die schönste blaue Lösung und, wenigstens bei anhaltendem Kochen, einen gelbrothen Niederschlag geben, ohne dass eine Spur Zucker im Chylus enthalten ist; es bildet sich das von *Lassaigne* untersuchte Kupferoxydalbuminat, welches bei längerm Kochen mit Kali ebenfalls Kupferoxydul ausscheidet. Im Chylus mit Kleie gefütterter Pferde habe ich durchaus keinen Zucker nachweisen können, dagegen

1) *Trommer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 39. S. 360.

konnte ich nach längerer Fütterung der Pferde mit Stärkmehl oder sehr stärkmehlreichem Futter unter Anwendung der Th. 1. S. 292 angegebenen Methode und berührten Cautelen so wie auch durch die Gährungsprobe Zucker mit Bestimmtheit auffinden. Es scheint also, als ob nur bei Ueberfluss von Zucker im Darme solcher in nachweisbarer Menge in den Chylus übergehen könne.

Gallenbestandtheile sind im Chylus auf keine Weise zu entdecken (vergl. oben S. 69 und 84).

Milchsaure Alkalien sind im Chylus wenigstens nach Fütterung mit stärkmehlreichen Nahrungsmitteln bestimmt von mir nachgewiesen worden (vergl. Th. 1. S. 100).

Der Chylus ist sehr reich an Alkalien, welche zum Theil an Albumin zum Theil an Milchsäure und Fettsäuren gebunden sind; daher reagirt die wässrige Lösung der Asche sehr stark alkalisch und braust mit Säuren auf.

Schwefelsaure Alkalien sind präformirt im Chylus nicht enthalten, wohl aber in dessen Asche. Wird nämlich das wässrige Extract des vorher mit Alkohol und Aether behandelten festen Chylusrückstandes vorsichtig mit Essigsäure neutralisirt, abgedampft, wieder in Wasser gelöst, filtrirt und nach vorgängigem Ansäuern durch Salpetersäure mit einem Barytsalze versetzt, so entsteht nicht die geringste Trübung, noch nach längerer Zeit das geringste Sediment.

Von Rhodanverbindungen, die möglicher Weise von dem in den Darm gelangten Speichel hätten in den Chylus übergehen können, ist keine Spur nachzuweisen; wenigstens färben Eisenoxydsalze das alkoholische Chylusextract nicht merklich roth.

Phosphorsaure Alkalien sind selbst in der Asche des aus Pflanzennahrung entsprossenen Chylus nur in sehr geringer Menge enthalten.

Chlornatrium und Chorkalium sind in dem Chylus in ziemlich grosser Menge enthalten. Man hat aber auch Ammoniaksalze und namentlich Salmiak in demselben zu finden geglaubt; der Grund, welcher zu diesem irrthümlichen Glauben verführt hat, ist bereits im 1. Th. S. 426 u. 427 angeführt worden. Namentlich zeigen sich die mit Salmiak verwechselten Chlorkalium- und Kochsalzefflorescenzen beim Verdunsten des spirituösen Auszugs unter dem Mikroskop; bestänben dieselben aus Salmiak, so würde man nicht die Krystalle von phosphorsaurem Natron, sondern die so leicht erkennbaren Krystalle von phosphorsaurem Natron-Ammoniak haben wahrnehmen müssen;

Platinchlorid schlägt übrigens aus der spirituösen Lösung die Kalium-, nicht aber die Ammoniumverbindung nieder. Dass übrigens die oktaëdrischen und tetraëdrischen Formen, in welchen das Chlornatrium so häufig unter dem Mikroskop aus abgedunsteten, thierischen Flüssigkeiten erhalten wird, und so auch oft aus dem Chylus, keine Zeichen für die Gegenwart von Harnstoff sind, ist ebenfalls im 1. Th. S. 165 erklärt worden.

Sehr schwierig ist es zu entscheiden, ob das Chylusserum gleich dem des Blutes frei von Eisen sei oder nicht; *Reuss* und *Emmert*[1]), *Vauquelin*[2]), *Rees*[3]) und *Simon* glauben sich von dem Eisengehalte des Chylusserums überzeugt zu haben und halten es für loser gebunden als im Blute, d. h. wohl an Phosphorsäure oder andre Stoffe gebunden, welche die gewöhnlichen Reactionen auf Eisensalze nicht verhindern. Der Grund, weshalb wir aus diesen so wie aus eignen Untersuchungen auf Eisengehalt des Chylusserums zu schliessen uns noch nicht für berechtigt halten, ist der, dass das Chylusserum niemals völlig frei von gefärbten oder wenigstens farblosen Zellen erhalten werden kann, und dass deshalb das im Chylusserum gefundene Eisen recht wohl jenen Zellen angehören kann. Absoluten Mangel an Eisen im Chylusserum wird freilich Niemand behaupten wollen, ebenso wenig als absolute Abwesenheit desselben im Blute; denn das Eisen muss natürlich aus dem Plasma des Chylus in die Zellen und im Blute aus den zu Grunde gehenden Zellen in die Intercellularflüssigkeit zurückgehen; allein einen integrirenden Bestandtheil der einen oder der andern Flüssigkeit scheint das Eisen nicht auszumachen.

Ueber das analytische Verfahren bei der quantitativen Untersuchung des Chylus dürfte nach dem, was wir oben über die Analyse des Bluts und der thierischen Flüssigkeiten im Allgemeinen schon früher bemerkt haben, nur wenig hinzuzufügen sein. Es ist schon aus den mitgetheilten Eigenschaften der Chylusbestandtheile ersichtlich, dass die quantitative Bestimmung der Zellen, des Fibrins und des Albumins im Chylus eine höchst unsichere sein muss; wir besitzen kein Mittel, um die Chyluskörperchen und andere Molecüle für sich filtrirbar zu machen oder wenigstens ihr Gewicht in Rechnung zu bringen; sie vertheilen sich sammt den andern im Chylus suspendirten Molecü-

1) *Reuss* und *Emmert*, Reil's Arch. Bd. 8. S. 147—218.
2) *Vauquelin*, Ann. du Museum nation. d'hist. nat. T. 18. p. 240.
3) *Rees*, Medical Gaz. Jan. 1841.

len auf Fibrin und Albumin; da das Chylusfibrin in der Regel weit unvollkommner gerinnt, so schliesst es die Lymphkörperchen noch weniger vollständig ein, als das Fibrin des Blutes; die im Chylus suspendirt gebliebenen Molecüle werden also vom coagulirten Albumin eingeschlossen. Das Senkungsvermögen der Chyluskörperchen ist so gering, dass oft das coagulirte Albumin sich an der Luft wegen eingeschlossener pigmenthaltiger Zellen ebenso röthet, wie das Chylusfibrin. Es bleibt daher immer nur eine einigermassen annähernde Bestimmung, wenn man, wie beim Blute, vom festen Rückstande des Chyluskuchens den durch Schlagen bestimmten Faserstoff abzieht. Was daher in den gewöhnlichen Analysen als Fibrin bestimmt ist, bestand oft kaum zur Hälfte aus eigentlichem Fibrin; es enthält nicht blos jene Molecüle, sondern auch ausserordentlich viel Fett, welches man hier, so wie bei Blutanalysen, aus dem Fibrin zu entfernen gewöhnlich versäumt hat. Mehr als bei irgend einer andern thierischen Flüssigkeit sind beim Chylus die für die Bestimmung des Albumins Th. 1. S. 347—349 hervorgehobenen Vorsichtsmassregeln zu beachten. Ebenso muss die Fettbestimmung mit allen beim Blute namhaft gemachten Cautelen ausgeführt werden. Rücksichtlich der Bestimmung der einzelnen Extracte und der Mineralbestandtheile gelten die oft erwähnten Regeln. Leider liegen uns aber wenig Analysen vor, die, da sie meist ältere sind, mit allen jetzt anwendbaren analytischen Hülfsmitteln durchgeführt wären und somit reine physiologische Resultate geben könnten. Die Resultate bisheriger fremder und eigner quantitativer Untersuchungen lassen sich in Folgendem übersehen:

Der Wassergehalt des Chylus von Pferden schwankt nach den Untersuchungen verschiedener Forscher zwischen 91 und 96 %; also sind wenigstens 4 und höchstens 9 % fester Bestandtheile im Pferdechylus enthalten. Im Chylus einer Katze fand *Nasse* 90,57 % Wasser.

Die Zahl der Zellen, der Zellenkerne und andrer Molecüle im Chylus muss sehr variabel sein je nach der Art der genossenen Nahrungsmittel, ist jedoch, wie eben erwähnt, für jetzt noch unbestimmbar. Ausser der Zeit der Verdauung enthält der Chylus weit weniger Zellen und nähert sich dann fast in jeder Hinsicht der Lymphe.

Die Menge des Fibrins im menschlichen Chylus ist noch nicht bestimmt worden; dagegen hat man sie bei verschiedenen Thieren, wiewohl unter Beimengung von Körperchen und Fett, öfter zu ermit-

teln gesucht, und zwar hauptsächlich beim Pferde; in des letztern Chylus fanden *Tiedemann* und *Gmelin*[1]) 0,19 bis 0,7 %; *Simon*[2]) 0,09 bis 0,44 %; ich fand an möglichst zellenreichem Coagulum 0,495 %, an zellenarmem Fibrin (aus demselben Chylus bestimmt) 0,301 %; beim Hund fanden *Tiedemann* und *Gmelin* 0,17 bis 0,27 %, beim Schafe 0,24 bis 0,82 %, *Rees* beim Esel 0,37 % und *Nasse* bei der Katze 0,13 %.

An Albumin hat man gefunden: bei Pferden *Tiedemann* und *Gmelin* 1,93 bis 4,34 %, ich im Mittel mehrerer Analysen des Chylus mit Kleie gefütterter Pferde = 3,464 %; in dem von mit Stärke gefütterten 3,064 %.

An Fett fanden im Chylus von Pferden *Tiedemann* und *Gmelin* 1,64 %, *Simon* 1,001 bis 3,480 %, ich 0,563 bis 1,891 %, *Rees* in dem vom Esel 3,601 % und *Nasse* in dem von der Katze 3,27 %.

An *salzfreien Extractivstoffen* fand *Simon* im *festen Rückstande* des Chylus von Pferden 8,874 bis 9,892 %, ich im Chylusrückstande mit Kleie gefütterter Pferde = 7,273 %, in dem mit Stärke gefütterter 8,345 %.

An löslichen Salzen (aus der Asche bestimmt) enthält der Pferdechylus nach *Simon* 6,7 bis 7,3 %, nach meinen Untersuchungen bei Kleiefütterung 7,45 % bei Stärkefütterung 6,784 %, der Chylus einer Katze nach *Nasse* 9,4 % (darunter 7,1 Chlornatrium). An unlöslichen Salzen enthält der Chylus ungefähr 2 %. Die Mineralbestandtheile des festen Chylusrückstandes betragen demnach durchschnittlich 12 %, und darunter 9 bis 10 % lösliche Salze.

Ueber den Einfluss der Nahrung auf die Constitution des Chylus sind zahlreiche Beobachtungen angestellt worden; jedoch sind die Resultate oder vielmehr die Schlussfolgerungen sehr verschieden ausgefallen. Im Allgemeinen steht aber so viel fest, dass beim Hungern oder bei dürftiger Nahrung der Chylus etwas ärmer an festen Bestandtheilen ist, und hauptsächlich weniger Fett enthält, so dass er zwar etwas trüb aber nicht milchig erscheint. Gewöhnlich hat man behauptet, der Chylus werde nach animalischer Nahrung fettreicher; diess ist jedoch nur der Fall, wenn Fleisch, Knochen, Milch oder andere fettreiche Animalien genossen worden sind; denn *Tiedemann* und *Gmelin* sahen, nach Fütterung von Hunden mit Eiweiss, Faserstoff, Käsestoff und Leim den Chylus nur schwach getrübt. Aller Beobachter

1) *Tiedemann* und *Gmelin*, Verdauung u. s. w. Bd. 2. S. 75.
2) *Simon*, medicin. Chem. Bd. 2. S. 241—244.

Erfahrungen stimmen aber darin überein, dass nach Fettgenuss der Chylus milchig und sehr reich an Fett wird. Stickstofffreie Nahrungsmittel bedingen meinen Erfahrungen nach keine entschiedene Vermehrung des Fettes im Chylus. Rücksichtlich des Einflusses der Nahrung auf den Albumin- und Fibringehalt des Chylus lässt sich aus den vorliegenden Thatsachen und Behauptungen der Forscher um so weniger etwas Bestimmtes schliessen, als Fibrin und Albumin zum Theil aus dem Blute durch Transsudation in den Mesenterialdrüsen, zum Theil aber auch aus den Lymphgefässen der Milz ihren Ursprung nehmen, und da quantitativ genau doch nur der Chylus des Ductus thoracicus untersucht worden ist.

Wir können daher auch auf die von *Millon*[1]) ausgeführten Elementaranalysen des Chylus und Blutes von Hunden, die verschiedene Nahrung erhalten hatten, keinen grossen Werth legen, halten uns wenigstens nicht, wie *Millon* sich, für berechtigt, daraus den Schluss zu ziehen, dass die Chylusgefässe nicht vorzugsweise zur Aufnahme der Fette dienten, sondern in ganz gleichem Grade der Absorption der andern Nährstoffe vorständen.

Der Chylus erleidet auf seinem Wege von den Chylusgefässen des Darmes durch die Mesenterialdrüsen bis zum Milchbrustgange mancherlei Veränderungen; auf die Verschiedenartigkeit der morphologischen Elemente in den verschiedenen Theilen der chylusführenden Gefässe haben wir schon oben hingewiesen; rücksichtlich des Fibrins, dessen Menge in den kleinsten Chylusgefässen nach *Tiedemann* und *Gmelin* äusserst gering ist oder ganz fehlt, lässt sich nur so viel folgern, dass der Chylus nach dem Durchgange durch die Drüsen allmählig eine Vermehrung desselben zeigt; fast dasselbe gilt auch vom Albumin, welches nach den kurz vorher genannten Forschern dem Chylus in den Drüsen in grosser Menge zugeführt wird, so dass die Dichtigkeit dieser Flüssigkeit um so bedeutender zu werden scheint, je mehr sich dieselbe der Cisterna chyli nähert. Fett ist der einzige Stoff, der auf dem Wege des Chylus zum Blute allmählig vermindert zu werden scheint; dasselbe mag zum Theil zur Zellenbildung (d. h. der Chyluskörperchen, die sehr reich an Fett sind) verwendet werden, theils aber auch in den verseiften Zustand übergehen, wofür auch der Reichthum des aus dem Milchbrustgange entlehnten Chylus an fettsauren Alkalien spricht.

Ueber pathologische Verhältnisse des Chylus existiren keine positiven Untersuchungen.

---

1) *Millon,* Compt. rend. T. 29. p. 817—819.

Die Frage über die Quantitäten von Chylus, welche innerhalb bestimmter Zeiten ins Blut gelangen, kann noch nicht als beantwortet angesehen werden. *Cruikshank*[1]) nimmt die Menge des stündlich dem Blute sich beimengenden Chylus zu 4 Pfunden an; seine Berechnung beruht auf der Beobachtung der Schnelligkeit der Bewegung des Chylus im Mesenterium eines Hundes; dieselbe war 4 Zoll in der Secunde und so gross schlägt er auch die im Ductus thoracicus an; abgesehen von der Unstatthaftigkeit der letztern Position, so hängt die Schnelligkeit der Milchsaftbewegung in den Lymphgefässen des Mesenteriums von so viel verschiedenen Verhältnissen ab, dass diese, an sich höchst variabel, schwerlich nach einer bei einer Vivisection gemachten Beobachtung taxirt werden kann. *Magendie* suchte die Menge des Chylus dadurch zu bestimmen, dass er gesättigten Hunden den Ductus thoracicus am Halse durchschnitt und die innerhalb gewisser Zeiten ausfliessende Quantität ermittelte; es floss in 5 Minuten eine halbe Unze aus, was auf die Stunde 6 Unzen geben würde. *Bidder* hat ähnliche Versuche an vorher strangulirten Hunden gemacht und ist zu ziemlich ähnlichen Resultaten gelangt. Leider lässt sich aber, wie *Bidder* selbst ausgesprochen, aus derartigen Versuchen kaum etwas Sicheres schliessen. Wenn nämlich einerseits durch die Durchschneidung des Ductus thoracicus (wie *Vierordt*[2]) hervorhebt), eines der wirksamsten Bewegungsmittel, die Aspiration des Chylus aufgehoben wird, so muss andrerseits hervorgehoben werden, dass auch eine zu reichliche Entleerung desselben nach einer solchen Operation gedacht werden kann; denn es muss hier, wenn auch nicht in gleichem Grade wie beim Blute, doch in analoger Weise ein Zuströmen der Säfte von allen Seiten her stattfinden, welches die Thätigkeit der a tergo wirkenden, den Chylus fortbewegenden Kräfte, mögen sie an sich auch noch so gering sein, ausserordentlich vermehren wird; der Zutritt der Lymphe wird hier wenigstens in viel reichlicherem Maasse stattfinden; dieselbe macht ja aber überhaupt das Resultat der Untersuchung so unsicher, dass die eigentliche physiologische Frage nach der Menge des neugebildeten und verarbeiteten, durch die Chylusgefässe gehenden Nahrungsstoffs so gut wie unbeantwortet bleibt.

Vierordt stellt folgende Berechnung an, um die Menge des in

1) *Cruikshank*, Geschichte u. Beschreibung der einsaugenden Gefässe, übersetzt v. Ludwig. Leipz. 1789. S. 78.

2) *Vierordt*, Arch, d. phys. Hlk. B. 7. S. 281—285.

24 St. bei einem Erwachsenen ins Blut übergehenden Chylus zu finden; 100 gr. trockner stickstoffhaltiger Materien werden etwa täglich vom ausgewachsenen Manne genossen; der Chylus enthält ungefähr 4% an solchen Materien; demnach wird die täglich gebildete Chylusmenge 2½ Kilogramm = 5 Pfund betragen. *Vierordt* hebt selbst hervor, dass diese Rechnung mit denen früherer Forscher nicht vergleichbar ist, weil die aus den Lymphgefässen dem Chylus beigemengte Lymphe nicht zugerechnet ist und ihre Menge bei der Unsicherheit, in der wir uns über die Lymphmenge befinden, auch nicht einmal ungefähr geschätzt werden kann. Die in den Mesenterialdrüsen dem Chylus sich beitretenden Eiweissmengen, welche *Vierordt* bei seiner Berechnungsweise nicht mit in Anschlag bringen kann, hält er für zu gering, als dass sie Berücksichtigung verdienten. Wer, wie *Vierordt*, der festen Ueberzeugung ist, dass alle stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe nur durch die Chylusgefässe ins Blut gelangen können, der mag in der *Vierordt*'schen Berechnung einen Massstab für die Menge des gebildeten Chylus finden: allein sobald man wie *Frerichs* und viele Andere eine Resorption der Peptone vom Magen und Darmkanale aus durch die Venen annimmt, wofür uns sehr viele Gründe zu sprechen scheinen, muss man zur Zeit noch auf die directen Beobachtungen *Magendie's* und *Bidder's* mehr Werth legen als auf die Rechnung *Vierordt's*.

Dagegen würde *Vierordt* der Wahrheit bei weitem näher gekommen sein, wenn er, anstatt sich an die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Chylus zu halten, den Fettgehalt des Chylus und die täglich im Darmkanal resorbirte Fettmenge seiner Berechnung zu Grunde gelegt hätte. Wir wissen durch *Boussingault's*[1]) vortreffliche Versuche an Enten, dass diese innerhalb 24 Stunden nicht mehr als 19,2 grm. aufzunehmen im Stande sind, möge das Futter noch so fettreich gewesen sein. Es liess sich hiernach erwarten, dass eine ähnliche Grenze der Fettresorption auch bei andern Thieren stattfinden möge. *Schmidt*, *Bidder* und *Lenz*[2]) haben in der That auch durch zahlreiche Versuche an Katzen sich von der Richtigkeit und allgemeinen Gültigkeit der *Boussingault*'schen Erfahrung überzeugt; sie fanden, dass 1000 grm. Katze innerhalb einer Stunde gegen 0,6 bis 0,9 grm. Fett aufzusaugen im Stande sind, das Ueberflüssige aber mit den Excrementen abgeht. Es ist nun bei weitem wahrscheinlicher, dass alles

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3 Sér. T. 19. p. 117—125 et T. 25. p. 730—733.

2) *Lenz*, De adipis concoctione et absorptione Dorp. Liv. 1850. p. 62—79.

resorbirte Fett durch die Chylusgefässe ins Blut gelangt, als dass alle Proteïnkörper in den Chylus übergehen; deshalb wird man wohl eine mehr annähernde Zahl für den stündlich in das Blut übergehenden Chylus erhalten, wenn man den Fettgehalt des Chylus von Katzen die andere Unterlage der Berechnung sein lässt. *Nasse* hat, wie oben erwähnt, im Chylus einer Katze = 3,27 % Fett gefunden; flösse nun dem Chylus keine Lymphe zu, die doch auch etwas wiewohl nur wenig Fett enthält (*Tiedemann* und *Gmelin* fanden im Inhalte des Ductus thoracicus nüchterner Pferde nur Spuren von Fett), wäre zu erweisen, dass der Chylus in den Mesenterialdrüsen kein Fett wirklich verliert, sondern dass dasselbe nur verseift wird, kurz dass alles Fett des Chylus aus dem Milchbrustgange unmittelbar vorher den Darmcontentis entsprossen sei, so würden 1000 grm. Katze in 1 St. (wenn sie in dieser Zeit 0,75 grm. Fett resorbiren) 22,9 gr. Chylus ins Blut ergiessen oder in = 24 St. 549,6 grm.; dass hiesse aber mehr als die Hälfte ihres Gewichts, was jedenfalls höchst unwahrscheinlich ist. Nähme man dagegen die Zeit, in welcher wahrer Chylus in das Blut gelangt, nur zu 6 Stunden an, so würde 1 Kilogramm Katze täglich 137,4 gr. Chylus bereiten. Alle diese Berechnungen sind aber, namentlich wenn sie auf den menschlichen Organismus übertragen werden, viel zu unsicher, als dass sie der spätern Betrachtung des mechanischen Stoffwechsels eine auch nur einigermassen haltbare Stütze gewähren könnten; denn wie viel Möglichkeiten sind nicht denkbar, durch welche das Resultat unserer Berechnung vollkommen modificirt werden könnte? Eine Aufzählung solcher Möglichkeiten würde aber an diesem Orte wohl zu weit abführen; wir erwähnen daher nur, dass wahrscheinlicher Weise viel Fett aus dem Chymus nicht in die Chylusgefässe gelangt, sondern von den Venen resorbirt wird; denn wie könnte sonst das Pfortaderblut in Verdauung begriffener Thiere so reich an Fett gefunden worden sein, während es im nüchternen Zustande derselben fast die Hälfte weniger Fett enthält? (vergl. S. 237).

Zweifel über den Ursprung des Chylus kann man wohl nicht hegen, da die Natur selbst uns dessen Quelle offen vor Augen gelegt hat. Es knüpfen sich aber hieran einige Fragen über die Art des Ueberganges einzelner Bestandtheile in die Chylusgefässe und über die Veränderungen, die sie in demselben erleiden. Die Anfänge der Chylusgefässe entspringen bekanntlich in der Achse der über den ganzen Dünndarm verbreiteten Zotten, und zwar mit kleinen kolbigen Erweiterungen; diese Anfänge der Chylusgefässe sind zunächst von einer Lage

bläschen- oder zellenartiger Körper umgeben, die in einer unbestimmt fasrigen Masse wie eingebettet erscheinen; mehr nach aussen nahe dem peripherischen Ueberzuge der Darmzotten mit Cylinderepithelien, liegen die Blutgefässstämmchen, die durch ein sehr feines Netz von Capillaren mit einander communiciren. Unmittelbar unter den Epithelien liegt aber nach *E. H. Weber*[1]) eine Lage runder Zellen, die im nüchternen Zustande collabirt sind, während der Verdauung aber zu gespannt erfüllten Blasen aufschwellen. Alle Beobachter stimmen nun darin mit einander überein, dass die einzelnen Cylinderepithelien an der Aufsaugung selbst mit Theil nehmen, sich mit einer körnigen Materie füllen, demzufolge anschwellen und oft etwas verzerrt werden; besonders tritt aber und zwar fast nur während der Verdauung die Lage runder Zellen unter dem Epithelialüberzuge hervor, von denen einige sich mit einer hellen, durchsichtigen, schwachgelblichen Flüssigkeit oder mit einer granulösen Materie erfüllen; ja sehr oft findet man namentlich an der Spitze der Darmzotte immer eine solche Zelle, mit limpider Flüssigkeit erfüllt, hervortreten, und daneben eine gleich grosse, mit körniger emulsiver Materie erfüllt.

Unter mehreren Beobachtungen an Thieren erinnere ich mich dieses Verhältniss besonders auffallend und deutlich an den Darmzotten eines hingerichteten Verbrechers gesehen zu haben, indem *E. H. Weber* mir seinen Untersuchungen über diesen Gegenstand beizuwohnen gestattete. Die von *Weber* damals angefertigten mikroskopischen Präparate haben sich noch bis heute so gut erhalten, dass man sich jederzeit von der Richtigkeit der Weber'schen Beobachtung überzeugen kann, und an ihnen erkennen, dass es weder (wie *Frerichs* meint) mit Fett erfüllte Epithelialzellen, noch etwa nur an der Oberfläche der Zotten anhaftende Fettblasen sind. Auch die Verzerrung der Epithelialzellen, die *Frerichs* ebenfalls nicht beobachten konnte, ist sehr deutlich an diesen Präparaten zu erkennen.

Der limpide Inhalt jener hellen Blasen, welche wahrscheinlich die von den älteren Physiologen angenommenen Oscula der Darmzotten sind, kann den Lichtbrechungsverhältnissen nach kaum etwas andres als Fett sein; diess führt uns zunächst auf die Hypothesen über die Resorption des Fettes durch die Darmzotten. *R. Wagner*[2]) nimmt an, dass die festen neutralen Fette durch thierische Wärme vor ihrer Resorption geschmolzen sein müssen, die flüssigen aber unverändert resorbirt werden; um den Uebergang der Fette selbst in die Darmzotten zu erklären, statuirt *Wagner*, dass manche Stellen

1) *E. H. Weber,* Müller's Arch. 1847. S. 399.

2) *R. Wagner,* Lehrb. d. spec. Physiol. 3. Aufl. 1845. S. 263. Anm. 3.

des Darmkanals nur für die Aufnahme der Fette, andre nur für die wässriger Flüssigkeit bestimmt seien. Mit *Lenz*[1]) möchte man aber wohl geneigter sein anzunehmen, dass einzelne Zellen in jeder Darmzotte für die Aufnahme von Fett lediglich bestimmt seien; dem Chemiker, der fettige von wässrigen Flüssigkeiten bald durch ein mit Wasser, bald durch ein mit Oel getränktes Filter zu trennen gewohnt ist, möchte diese Erklärungsweise besonders einleuchten. Beobachtet man so constant, wie es oft der Fall ist, an der Spitze jeder Darmzotte eine vor allen übrigen durch ihre Grösse hervortretende mit klarer, stark lichtbrechender Flüssigkeit erfüllte Blase neben einer eben so hervortretenden mit granulöser Materie erfüllten, so wird man zu Annahme jener Hypothese um so mehr veranlasst, als in ihr sich zugleich eine Erklärung der von *Boussingault* gefundenen und von *Bidder* und *Schmidt* bestätigten Erfahrung finden würde, wornach die Fettaufnahme aus dem Darme nur an bestimmte Grenzen gebunden ist. *Lenz* hat zur weitern Unterstützung dieser Hypothese einen sehr hübschen Versuch angestellt, der aber allerdings nicht ganz nach Wunsche ausgefallen ist. Er injicirte nämlich Katzen durch Alcannapigment gefärbte Butter in den Magen und tödtete die Thiere nach einigen Stunden; er fand dann die meisten Zellen mit gelblichem Fett erfüllt, konnte aber nicht zu einem bestimmten Resultate über den eigentlichen Fragepunkt gelangen. So gut dieser Versuch erdacht ist, so dürfte er doch kaum selbst bei öfterer Wiederholung eine bestimmte Antwort auf die obschwebende Frage geben; denn mischen muss sich das Fett doch sicher an irgend einem Orte mit der wässrigen Flüssigkeit; es durchdringt mehr als eine Zelle, ehe es in die feinsten Chylusgefässe gelangt, in diesen ist es aber bereits mit wässriger Flüssigkeit gemischt; die Mengung des Fetts mit der wässrigen Flüssigkeit muss also innerhalb der Zotte in den die Anfänge der Chylusgefässe umgebenden Zellen vor sich gehen. Würden an der Peripherie der Zotten und namentlich an ihrem äussersten Ende die mit Fett erfüllten Zellen sich nicht so scharf von den andern unterscheiden, so würde es unlogisch erscheinen, denselben Process, den man an der Oberfläche für unwahrscheinlich hält, im Innern, wo fast gleiche Verhältnisse obwalten, recht wohl erklärlich zu finden. Die Verhältnisse sind aber hier allerdings etwas anders; hier liegen fetthaltige und mit Eiweisslösung erfüllte Zellen gleichsam zusammengepresst neben einander; der Druck

1) *Lenz*, a. a. O. S. 86—89.

kann hier leicht auf die Permeabilität der feinen Zellenmenbranen alterirend wirken; ja sehen wir doch oft selbst, dass, wenn wir auf ein mit Wasser völlig durchtränktes Filter eine aus öligem Fett und emulsionsgebender wässrig-flüssiger Materie gegeben haben, an einzelnen Stellen Oel durchzudringen vermag. Im Darmkanale ist aber die feinere Vertheilung des Fettes, wie sie allerdings unter den gewöhnlichen Verhältnissen durch Vermittlung von Galle und Pancreassaft statt findet, keineswegs nothwendig; wenigstens fanden *Schmidt* und *Bidder* bei Thieren, deren reines Fett nach Ausschluss von Galle und Bauchspeichel in den Darm gebracht worden war, die Lymphgefässe des Mesenteriums ebenso erfüllt mit milchigem Chylus, wie sie sonst nur bei Zutritt jener Drüsensecrete nach fettreicher Nahrung gefunden zu werden pflegen. An die Oberfläche der Zotten lässt sich also wohl auch aus diesem Grunde nicht der Vorgang der feinen Vertheilung des Fettes in der wässrigen Flüssigkeit versetzen; da aber sehr bald die einzelnen Zellen der Zotten sich erfüllen und ihren Inhalt auszutauschen und zu mengen beginnen, so wird die Wiederholung des Versuchs von *Lenz* kaum einen entschiedenen Aufschluss geben können; denn, wenn die Färbung durch Alcanna unter dem Mikroskop auch stärker hervortrete, als es wirklich der Fall ist, so wird doch die Färbung sich bald auch über die ursprünglich nur mit wässriger Flüssigkeit erfüllten Zellen verbreiten, da eben gefärbtes Fett in sie theilweise eingedrungen ist. Wir müssen uns übrigens offen gestehen, dass wir die Verhältnisse der Transsudation in den Zellen keineswegs im Stande sind, auf die bekannten physikalischen Thatsachen zurückzuführen; wir erinnern nur an die oft ziemlich schnell erfolgende Erfüllung von Zellen mit Fettkörnchen in pathologischen Zuständen und an die gewöhnlich noch viel schneller eintretende Entleerung derselben, Processe, die *Virchow* insbesondre so sorgfältig studirt hat; ja eine Dehiscenz der Zellen kann wahrscheinlicher Weise nur an einzelnen Punkten vor sich gehen und zwar so, dass nach dem Austritt überschüssiger Substanz die Zelle wieder ihre frühere Integrität erlangt: Fragen, über welche wir von der physikalisch-physiologischen Forschung noch viel Aufschluss zu erwarten haben.

In den feinern und mittlern Chylusgefässen finden wir weit mehr freies und weit weniger verseiftes Fett, als im Ductus thoracicus; man kann daher wohl kaum anders glauben, als dass in den Mesenterialdrüsen, wo der Chylus zweifelsohne in nähern Contact mit dem Blute kommt, durch das Alkali des letztern allmählich eine Verseifung

eingeleitet werde; ein Theil des freien Fettes geht jedenfalls in die nun auftretenden Zellenformationen über, wir können aber chemisch die Umwandlungen leider kaum errathen, welche die Fette bei der Zellenbildung selbst erleiden. Da es aber Thatsache ist, dass im Chylus des Milchbrustganges sich mehr fettsaure Alkalien als in dem der feinern Chylusgefässe und auch mehr noch als im Blute vorfinden, so können diese Seifen nicht aus der dem Chylus beigemengten Lymphe oder dem Blutplasma herrühren, sondern müssen wohl erst durch Verseifung im Verlaufe der Chylusgefässe selbst entstanden sein.

Was den Ursprung der albuminösen Materien des Chylus betrifft, so drängen sich uns rücksichtlich derselben hauptsächlich zwei Fragen auf; nämlich die eine: wird das im Chylus gefundene Fibrin in dieser Flüssigkeit selbst gebildet oder rührt es nur von aus dem Blute transsudirter Intercellularflüssigkeit her? und die zweite: gelangt das Albumin schon fertig gebildet an und in die Darmzotten oder werden die aufgenommenen Peptone erst in den Zellen der Zotten und in den Chylusgefässen selbst zu Eiweiss verarbeitet? Was zunächst die letztgenannte dieser zwei Fragen betrifft, so haben wir schon oben (S. 98 u. 116 ff.) die Gründe angeführt, welche uns zu der Ansicht leiteten, dass im Darmkanale selbst die Peptone noch nicht in Albumin verwandelt würden, trotz der unbestreitbaren Thatsachen, die *Frerichs* zu Gunsten der entgegengesetzten Ansicht anführte. Das System von Zellen, welches die aufgesogenen eiweissartigen Stoffe (nach unsrer Ansicht also die Peptone) zu durchlaufen haben, ehe sie in die eigentlichen Gefässe gelangen, so wie das reichlich jene Zellen einschliessende Netz von Blutcapillaren scheint uns ganz darauf hinzudeuten, dass jene Substanzen hier noch wesentlichen Umwandlungen unterliegen, deren Endproduct wohl kaum ein andres ist, als das eigentliche coagulable, alkalihaltige Eiweiss. Man hat ferner den Chylus, nachdem er durch die Mesenterialdrüsen gegangen ist, eiweissreicher gefunden, als vorher, und diese Vermehrung lediglich aus der Aufnahme von Bluteiweiss in den Drüsen abgeleitet; so wenig diess zu bezweifeln ist, so wahrscheinlich ist es doch auch, dass die Albuminvermehrung zum Theil wenigstens noch von der vollständigen Umwandlung der Peptone in coagulables Eiweiss abhängt.

Bezüglich der zweiten Frage muss es nach den entgegengesetzten Erfahrungen *Prout's*[1]) und *Tiedemann's* und *Gmelin's*[2]) unentschie-

1) *Prout*, Meckel's Arch. B. 6. S. 231.

2) *Tiedemann* und *Gmelin*, a. a. O. S. 157.

den bleiben, ob der Chylus vor dem Durchtritt durch die Drüsen bereits wahren Faserstoff enthalte, oder ob das von *Prout* dafür angesehene Coagulum nicht aus Fett, Zellenformationen und andrer albuminöser Materie bestand. Tritt wirklich Plasma aus dem Blute in die Chylusgefässe über, was wohl nicht zu bezweifeln, so wird es nach der so geringen Menge Fibrin, die im Chylus enthalten ist, wohl am wahrscheinlichsten sein, dass alles Fibrin des Chylus aus dem Blute und aus der Lymphe herrühre; diese Ansicht wird auch unterstützt durch die Betrachtungen, die wir über die Entstehung und die physiologische Dignität des Fibrins (im 1. Th. S. 369—375) angestellt haben. Gewöhnlich hat man aber die weiche, zerreibliche Beschaffenheit des Chylusfibrins für einen Beweis gehalten, dass dasselbe eben erst im Chylus aus dem Albumin entstanden sei und daher noch so unvollkommen ausgebildet erscheine. Allein wir haben schon oben rücksichtlich des Albumins bemerkt, dass der Begriff vollkommener und unvollkommener Ausbildung auf chemische Stoffe durchaus nicht anwendbar ist; von einer unvollkommenen Entwickelung kann nur bei morphologischen Objecten die Rede sein. Dass das Fibrin im Chylus oft (wiewohl nicht immer) sich nicht in der gewöhnlichen Form ausscheidet, liegt sicher nicht an einer unvollkommenen Verwandlung des Albumins in Fibrin, sondern lediglich an der Beschaffenheit und chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit, aus welcher sich das Fibrin ausscheidet. Aus krankhaftem Blute ebensowohl als aus pathologischen Exsudaten sehen wir das Fibrin sich ebenfalls in so lockerer, leicht zerreiblicher und zuweilen zerfliessender Form ausscheiden, gerade wie aus dem Chylus; ja wir sind im Stande, auf künstlichem Wege, z. B. durch Verdünnung des Plasmas mit Wasser, durch Zusatz von Alkalien u. dergl. solche lockere, zerreibliche Fibringerinnsel zu erzeugen. Es dürfte aus diesen Gründen wohl das Wahrscheinlichste sein, dass das Fibrin des Chylus von aufgesogenem Blutplasma und Lymphe herrührt, und dass sich nicht hier schon das eben gebildete Albumin zu Fibrin oxydire.

Was die andern Bestandtheile des Chylus betrifft, so finden wir diese bereits im Chymus und sie gehen daher wohl unverändert in die Milchsaftgefässe über; auffallend ist, dass Zucker, den ich nur in so sehr geringen Mengen im Pfortaderblute fand, auch im Chylus entweder in höchst geringer Quantität oder gar nicht gefunden wurde. Einigermassen erklärlich dürfte diese Erfahrung nur dadurch werden, dass wohl überhaupt im Darme die Umwandlung des Zuckers in

Stärkmehl nur sehr langsam von Statten geht und deshalb nur höchst geringe Mengen in Chylus- und Blutgefässe übertreten.

Andeutungen über die Entwicklung der Formelemente des Chylus im Verlaufe der Milchsaftgefässe haben wir schon oben gegeben, als wir von der Entstehung der farblosen Blutkörperchen sprachen (vergl. S. 263).

Es ist von mehrern gewichtigen Auctoritäten behauptet worden, dass Hämatin im Chylusserum aufgelöst vorkomme, und dass solches sich demnach schon im Chylus bilden müsse; abgesehen davon, dass hier wohl ein ähnliches Verhältniss wie beim Faserstoff obwalten könnte, d. h., dass es den Blutzellen der Lymphgefässe der Milz seinen Ursprung verdanken könnte, so ist nach den damaligen Hülfsmitteln doch nicht so sicher zu entscheiden gewesen, ob das gefundene Hämatin nicht den rothen Körperchen des Chylus angehörte. Ich habe wenigstens im Serum des Chylus aus dem Ductus thoracicus von Pferden, der noch am häufigsten roth oder zimmtfarben gefunden wird, neben den wahrhaften hämatinhaltigen Blutkörperchen kein gelöstes Hämatin auffinden können; ist freilich der Chylus schon in Zersetzung übergegangen, so würde man wohl wegen Zerstörung der Blutkörperchen im Plasma Hämatin auffinden müssen.

Lymphe.

Die Lymphe bildet eine farblose oder gelbliche, nur bei Gehalt an Blutkörperchen roth gefärbte, bald durchsichtige, bald etwas trübe oder opalisirende Flüssigkeit, von schwach salzigem Geschmack und geringem thierisch fadem Geruche; gewöhnlich von alkalischer Reaction; gerinnt 4 bis 20 Minuten, nachdem sie aus dem Lymphgefässe entleert worden ist; es bildet sich dann ein gallertartig zitterndes farbloses Gerinnsel, welches sich nach und nach fester zusammenzieht und die sg. Lymphkörperchen zum grossen Theile mit einschliesst; im Verhältniss zum Serum pflegt dieses Coagulum nur einen sehr kleinen Raum einzunehmen.

An morphologischen Elementen finden wir ausser Fetttröpfchen und nucleusähnlichen Bildungen vorzugsweise die eigentlichen Lymphkörperchen, welche sich aber von den farblosen Blutzellen, den Schleim- und Eiterkörperchen nicht wesentlich unterscheiden. Blutkörperchen hat man in der Lymphe, wenn sie vorsichtig gesammelt wurde, nur gefunden, wenn sie den Lymphgefässen der Milz oder ausgehungerten Thieren entlehnt wurde (*H. Nasse*[1]).

Der Erlangung reiner Lymphe stellen sich viel Schwierigkeiten entgegen, von denen wir nur erwähnen, dass die Saugadern bei nicht allzu grossen lebenden Thieren oft sehr schwierig zu finden und zu präpariren sind, dass sich selbst im günstigsten Falle oft Blut und Fett beim Einschneiden des Gefässes und bei Entleerung der Flüssigkeit beimengt. Man hat sich daher meist auf den Zufall verlassen, und solche Lymphe untersucht, welche spontan in Folge einer directen Verwundung oder des Platzens einer wirklichen Lymphgeschwulst ausfloss. Von Fröschen kann man sich nach der von *Joh. Müller*[2]) angegebenen Methode in kurzer Zeit eine verhältnissmässig bedeutende Menge leider gewöhnlich etwas bluthaltiger Lymphe verschaffen; man macht zu dem Zwecke einen Kreisschnitt durch die Oberhaut des Oberschenkels eines Frosches, präparirt die Haut ein Stück nach oben zu von den darunter liegenden Muskeln ab; es fliesst hier eine solche Menge Lymphe ab, dass man z. B. bei völliger Amputation des Oberschenkels oft weit mehr Lymphe als Blut erhält. Bei Fischen, welche meist ziemlich weite Lymphgefässe im untern Theile der Orbita haben, soll man sich leicht Lymphe verschaffen können, wenn man die Augenhöhle von unten öffnet und dann die Saugadern einschneidet.

Am einfachsten würde es sein, eine grössere Menge Lymphe sich durch Einschneiden des Ductus thoracicus bei Thieren zu verschaffen, welche lange Zeit vorher gehungert haben: allein mit *Nasse* halte ich diese Methode nicht für geeignet, um der chemischen Untersuchung eine wahrhafte und reine Lymphe zu liefern.

Die chemischen Bestandtheile der Lymphe sind im Allgemeinen denen des Blutes ohne rothe Körperchen ziemlich gleich.

Der spontan gerinnende Stoff der Lymphe ist mit dem Fibrin des Blutes völlig identisch; namentlich wird er auch gleich dem gewöhnlichen Faserstoff durch Digestion mit salpeterhaltigem Wasser in eine albuminöse, beim Erhitzen gerinnbare und durch Essigsäure fäll-

1) *H. Nasse*, R. Wagner's Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 363 – 410.
2) *Joh. Müller*, Handb. der Physiol. des M. 4. Aufl. Bd. 1. S. 203.

bare Substanz umgewandelt. Wie beim Chylus hat man auch hier seine Menge nicht eben sehr genau bestimmen können, da man nicht alle Zellenbildungen von ihm zu trennen vermocht hatte. In der Lymphe von Menschen (pathologisch) fanden *Marchand* und *Colberg*[1]) 0,52%, *L'Heritier* 0,32% Faserstoff, in der von Pferden hat man 0,04 bis 0,33% gefunden (*Reuss* und *Emmert*[2]), *Gmelin*[3]), *Lassaigne*[4]), *Rees*[5]), *Geiger* und *Schlossberger*[6]). *Joh. Müller* fand, dass Frösche, welche den Winter durch gehungert hatten, eine vollkommen fibrinfreie Lymphe gaben; *Nasse* sah dagegen die Lymphe solcher Frösche, die im geheitzten Zimmer gestanden hatten, noch gerinnen.

Das Albumin der Lymphe hat die gewöhnlichen Eigenschaften des Bluteiweisses; nur *Geiger* und *Schlossberger* machten die bemerkenswerthe Erfahrung, dass das Eiweiss einer Pferdelymphe, trotz dem, dass diese ohne Reaction auf Pflanzenfarben war, beim Kochen nicht gerann, sondern gleich stark alkalischem Natronalbuminat beim Verdampfen Häute auf der Oberfläche der Flüssigkeit bildete; durch Essigsäure wurde dieses Lymphserum nicht getrübt, wohl aber, wenn die so angesäuerte Flüssigkeit gekocht wurde; da durch Kälberlab keine Gerinnung entstand, so war die Abwesenheit von Caseïn entschieden dargethan; auch durch Aether wurde solches Serum nicht coagulirt. In menschlicher Lymphe wurden 0,434 (*Marchand*) bis 6,002% (*L'Heritier*) Albumin gefunden, in der von Pferden 1,2 bis 2,75%.

In der Asche des Albumins der Lymphe, obgleich dieses wiederholt mit Wasser und Spiritus extrahirt worden war, fand *Nasse*[7]) auffallender Weise noch sehr viel kohlensaures Alkali; in der Lymphe findet sich nach dieser und *Geiger's* Erfahrung jenes stark basische Natronalbuminat, welches, wenn nicht andre alkalische Salze zutreten, der Lösung keine alkalische Reaction ertheilt und selbst beim Coaguliren viel Alkali zurückhält.

Fett findet sich in der Lymphe meist in verseifter Form, aber immer in geringer Menge; *Nasse* fand in der Lymphe des Pferdes 0,0088% freies Fett und 0,0575% fettsaures Alkali, dagegen fanden

---

1) *Marchand* und *Colberg*, Poggend. Ann. Bd. 43. S. 625.
2) *Reuss* und *Emmert*, Allg. Journ. d. Ch. Bd. 3. S. 691.
3) *Gmelin*, A. Müller, Diss. inaug. Heidelb. 1819. p. 59.
4) *Lassaigne*, Recherches physiol. et chimiques etc. Paris 1825. p. 61.
5) *Rees*, Philos. Mag. Febr. 1841. p. 156.
6) *Geiger* und *Schlossberger*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 5. S. 392—396.
7) *Nasse*, Simon's Beitr. z. phys. u. pathol. Ch. Bd. 1. S. 449.

Marchand und *Colberg* in menschlicher Lymphe 0,264% blassröthlich gefärbtes Fett.

Die Extractivstoffe der Lymphe sind nicht näher untersucht, obgleich ihre Menge im Verhältniss zum Eiweiss keineswegs gering ist. *Nasse* fand in der Pferdelymphe 0,0755% in Alkohol löslicher, und 0,9877 nur in Wasser löslicher extractiver Materien, *Geiger* und *Schlossberger* im Ganzen 0,27%.

Harnstoff konnte von *Nasse* in der Lymphe des Pferdes nicht nachgewiesen werden.

Von dem Gehalte der Lymphe an milchsauren Salzen ist bereits im 1. Th. S. 100 die Rede gewesen.

Unter den Mineralstoffen überwiegt, wie in allen thierischen Flüssigkeiten, das Chlornatrium, von welchem *Nasse* in der Pferdelymphe 0,4123% fand.

Nasse fand in der Pferdelymphe auch kohlensaure Alkalien, *Geiger* dagegen nicht; ersterer berechnet seine Menge zu 0,056%, von dessen Gegenwart er sich unter dem Mikroskop durch die auf Zusatz von Essigsäure sich entwickelnden Gasblasen überzeugt zu haben glaubt. Die Asche der festen Bestandtheile der Lymphe fand *Geiger* übrigens sehr reich an kohlensauren Alkalien.

Ammoniaksalze, welche *Nasse* muthmasste, haben *Geiger* und *Schlossberger* mit Bestimmtheit in der Pferdelymphe nachgewiesen.

Verhältnissmässig reich an Schwefelsäure und zwar an präformirter Schwefelsäure fand *Nasse* die Pferdelymphe; er berechnet den Gehalt derselben an schwefelsaurem Kali zu 0,0233%.

Phosphorsaures Alkali findet sich nur in sehr geringer Menge in der Lymphe.

An Erdsalzen mit etwas Eisenoxyd (herrührend von beigemengten Blutkörperchen) fand *Nasse* in der Pferdelymphe nur 0,031%.

Der Wassergehalt der Lymphe scheint sehr variabel zu sein, aber immer weit geringer als der des Blutplasma's; in menschlicher Lymphe fand *Marchand* 96,926%, *L'Heritier* 92,436% Wasser; in der Lymphe von Pferden hat man 92,5% (*Lassaigne*) bis 98,37% (*Geiger*) gefunden.

Nasse hat einen interessanten Vergleich (auf directe Analysen begründet) zwischen der Zusammensetzung der Lymphe und des Blutserums des Pferdes angestellt; es ergab sich daraus, dass die Verhältnisse der Salze unter einander in beiden Flüssigkeiten ganz gleich sind, obwohl ihre absolute Menge wegen des bedeutenderen Wassergehalts

der Lymphe sehr verschieden ist. Neben dem verschiedenen Wassergehalte beider Flüssigkeiten (Wasser des Blutserums = 7,8%, der Lymphe = 5,0%) sind aber auch bedeutende Unterschiede in der Proportion, in welcher die Mineralsalze zu den organischen Stoffen in beiden Flüssigkeiten stehen; auf 100 Th. Salze kommen im Blutserum = 1036 Th., in der Lymphe dagegen nur 785 Th. organische Materie. In der menschlichen Lymphe fanden *Marchand* und *Colberg* anorganische und organische Stoffe fast zu gleichen Theilen.

An den Versuch, die Quantität der im ganzen Thierkörper enthaltenen Lymphe zu berechnen, dürfen wir jetzt noch nicht denken, da es zu einer solchen Rechnung an allen Unterlagen fehlt. Hätte die Lymphe der verschiedenen Theile auch nicht so verschiedene Zusammensetzung (wie es wenigstens nach einigen Thatsachen sowie auch aus theoretischen Gründen wahrscheinlich ist), wäre die Schnelligkeit des Lymphstroms in verschiedenen Gefässen (vor und nach dem Durchgange der Lymphe durch die Drüsen) auch nicht so verschieden und ausserdem von innern und äussern (d. h. physikalischen und chemisch-physiologischen) Bedingungen abhängig (*Noll*[1]): so würden wir doch immer noch weit weniger im Stande sein, die Capacität der Lymphgefässe zu berechnen, als die der Blutgefässe, da das System dieser Canäle anatomisch noch bei weitem nicht so genau erforscht ist, als das der blutführenden. Es ist schon bei der Erwägung der in bestimmten Zeiten gebildeten Chylusmenge an die Gründe erinnert worden, weshalb aus der Menge der Flüssigkeit, welche aus dem geöffneten Hauptstamme eines Lymphgefässsystems ausfliesst, nicht füglich ein einigermassen annähernder Schluss auf die Menge innerhalb gewisser Zeit gebildeten Saftes gezogen werden kann. Zu dem Zwecke jedoch, sich wenigstens eine ungefähre Vorstellung von der Menge gebildeter oder in den Gefässen strömender Lymphe zu machen, können folgende Thatsachen dienen: *Collard de Martigny*[2]) sah aus dem Milchbrustgange eines seit 24 St. hungernden Kaninchens in 10 Minuten 9 Gran Lymphe ausfliessen. *Joh. Müller* nimmt die Capacität der von ihm entdeckten vier Lymphherzen der Frösche zu etwa 4 Cubiklinien an; da diese in einer Minute etwa 60 Pulsationen machen, so würden die vier Lymphherzen in dieser Zeit ungefähr 240 Cubiklinien Lymphe in die Venen treiben, vorausgesetzt, dass sie sich bei jeder

1) *Noll*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 9. S. 52—93.
2) *Collard de Martigny*, Journ. de physiol. T. 8. p. 266.

Zusammenziehung vollständig entleerten, was aber keineswegs der Fall ist. Uebrigens ist bei Fröschen und kaltblütigen Thieren überhaupt das Lymphgefässsystem bei weitem bedeutender als bei warmblütigen Thieren.

Der Ursprung der Lymphe wird von allen Physiologen in dem Safte gesucht, welcher aus den Capillaren des Bluts in das Parenchym der Organe zu deren Ernährung oder zur Bildung der Secrete ausgetreten ist. Die Abhängigkeit der Beschaffenheit und Menge der Lymphe von der durch die Blutcapillaren zugeführten und aus dieser transsudirten Flüssigkeit ist schon früher von den Physiologen dargethan, durch *Noll* sind aber vor Kurzem noch neue Beweise dafür beigebracht worden. Es würde also nur noch Sache des Chemikers sein, aus einem genauen Vergleiche des Blutplasma's, der parenchymatösen Flüssigkeit, der Secrete und der Lymphe die chemischen Gleichungen zu abstrahiren, welche dem wissenschaftlichen Ausdrucke für die Processe entsprechen, aus denen die Bildung der Lymphe hervorgeht. Von diesem Ziele, welches die chemische Forschung zunächst anstreben muss, sind wir jedoch in diesem Augenblicke noch sehr weit entfernt: denn denken wir uns auch, dass die Verschiedenheiten des transsudirenden Blutplasma's und der wieder aufgesogenen Lymphe bei denselben Individuen chemisch ganz genau erforscht werden könnten, so würden aus dieser Verschiedenheit immer nur noch wenig sichere Schlüsse auf die Umwandlungen, welche das Blutplasma in jedem einzelnen Organe oder auch nur im Allgemeinen erleidet, und auf die Entstehung der einzelnen Bestandtheile der Lymphe gezogen werden können. Die Lymphe nämlich, welche nach den jetzt bekannten physiologischen Hülfsmitteln der chemischen Untersuchung zugänglich ist, darf nicht als das Product der Ernährung der Organe angesehen werden. Denn es transsudirt zweifelsohne nicht nur mehr Plasma durch die Blutcapillaren, als zur Ernährung der Organe und Bildung der Secrete nothwendig ist, so dass sich also den durch die Ernährung umgewandelten oder in die Secrete nicht mit übergegangenen Stoffen noch sehr viel unverändertes Plasma beimengt; sondern die von den Lymphgefässen wieder aufgesogene Flüssigkeit erleidet bei ihrem Durchtritte durch die Lymphdrüsen weitere Umwandlungen, wie bereits durch zahlreiche physiologische Thatsachen constatirt ist. Schon aus dem Auftreten von Zellen, die doch wahrscheinlich erst nach dem Durchgange der aufgesogenen Flüssigkeit durch die Drüsen (bei den mit Lymphdrüsen versehenen Thieren) gebildet werden, lässt sich entnehmen, dass in der

Lymphe nicht blos die Producte der regressiven Metamorphose, sondern noch wahrhaft plastische Stoffe enthalten sind. Die Lymphe mancher Organe scheint noch so viel plastische Kraft zu besitzen, dass selbst Blutkörperchen sich in derselben und zwar vorzugsweise bilden: die Lymphe der Milz zeigt sehr oft, ja gewöhnlich, einen Gehalt an Blutkörperchen, wie schon oben erwähnt worden; nach *Huschke*[1]) sind die *Malpighi*'schen Körperchen der Milz nichts weiter als Ausbuchtungen der Lymphgefässe; dass aber in diesen eine der Hauptbildungsstätten der Blutkörperchen zu suchen sei, ist durch die übereinstimmenden Beobachtungen *Gerlach's*[2]) und *Schaffner's*[3]) mit hoher Wahrscheinlichkeit dargethan worden. Wenn aber einerseits die Lymphe verschieden sein muss je nach der Menge in ihr noch unveränderten Blutplasma's sowie nach der Art des Organs, dessen Umwandlungsproducte sie enthält, so wird sich ein neuer Grund für deren grosse Verschiedenheit in verschiedenen Theilen herausstellen, wenn wir erwägen, dass von der Beschaffenheit der Capillaren jedes Organs, d. h. von der Weite derselben, von der Dichte ihrer Wände, von der Schnelligkeit des sie durchströmenden Blutes u. dergl. m. die chemische Constitution des transsudirten Plasma's abhängig ist. *Gerlach* weist insbesondere darauf hin, dass die Milz sehr weite Blutgefässe besitzt, die wegen Mangels einer Ringfaserhaut den Capillaren beizuzählen sind und wegen der Dünnheit ihrer Wände mehr als die Capillaren andrer Organe befähigt sein dürften, ein möglichst vollkommnes unverändertes Blutplasma, d. h. eine Intercellularflüssigkeit transsudiren zu lassen und so den Lymphgefässen das reichlichste Material zur Zellenbildung darzubieten. Dürfen wir gewisse normale oder auch hydropische Ausschwitzungen im Thierkörper, z. B. die Transsudate der innern Gehirncapillaren, denen die (nur in der Peripherie des Gehirns befindlichen) Lymphgefässe so fern liegen, als die unmittelbaren Abscheidungen oder Transsudate der Capillaren betrachten, so wird die eben auf die Verschiedenheit der Capillaren begründete Ansicht auch noch durch die chemische Untersuchung der Transsudate verschiedener Haargefässsysteme unterstützt. So hat z. B. *C. Schmidt*[4]) aus der Vergleichung der Zusammensetzung der peripherischen Hirnhüllencapillartranssudate mit der der centralen Hirn-

1) *Huschke,* Lehre von den Eingeweiden. S. 175 ff.
2) *Gerlach,* Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7. S. 75—82.
3) *Schaffner,* ebendas. S. 345—354.
4) *C. Schmidt,* Charakteristik der Cholera u. s. w. S. 124—148.

capillartranssudate den Schluss gezogen, dass die Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit keineswegs als mechanisch von den weiter kreisenden Blutzellen abfiltrirtes und etwa nur eines Theils der von der Hirnsubstanz selbst aufgenommenen stickstoffhaltigen und fettigen Materien beraubtes Blutplasma sei. Wir werden übrigens unter den Exsudaten noch auf die einzelnen Untersuchungen *Schmidt's* zurückkommen, aus welchen zur Evidenz hervorgeht, dass die verschiedene Capillarsysteme innerhalb des Körpers transsudirender Flüssigkeiten eine sehr verschiedene, für dasselbe Haargefässsystem aber constante, Zusammensetzung besitzen, wobei die anorganischen Bestandtheile ziemlich dieselben wie im Blute bleiben, die Verschiedenheit sich aber hauptsächlich im Albumingehalte ausspricht. Nach *Schmidt's* Untersuchungen transsudiren die Capillaren der Pleura am meisten Proteïnkörper, mehr als die Hälfte weniger dagegen schon die des Bauchfells, noch weniger die des Gehirns und am wenigsten die des Unterhautbindegewebes.

Diese und ähnliche Erwägungen sind es, die wir anzustellen für nöthig erachten, um eine physiologisch-chemische Untersuchung über Ursprung und die physiologische Dignität der Lymphe auszuführen; denn jede chemische Gleichung würde uns ein falsches Bild von den Quellen der Lymphe und ihrem Werthe für das thierische Leben entwerfen, wenn jene ohne Berücksichtigung jener Verhältnisse aus der einfachen chemischen Zerlegung der Lymphe grösserer Gefässstämme abgeleitet worden wäre. Leider stehen wir aber auch hier nur noch am Eingange in ein Gebiet, in welchem wir kaum noch die Wege und Richtungen erkennen, die uns dereinst zum Ziele zu führen vermögen. Der erste, der in diesem Gebiete Bahn zu brechen versuchte, ist *H. Nasse*, indem er, wie oben erwähnt, das Serum des Pferdebluts mit der Lymphe aus den Halsgeflechten desselben Thiers verglich. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind folgende:

Die Lymphe enthält immer mehr W a s s e r als der Liquor sanguinis; es transsudirt also nicht ein Gewichtstheil vollkommnen Plasma's aus dem Blute, sondern mehr Wasser und weniger feste Bestandtheile als dem Liquor sanguinis entsprechen; das fortströmende Blut muss daher concentrirter werden.

Werden die festen Bestandtheile der Lymphe und des Serums unter sich verglichen, so findet sich in der Lymphe weit weniger E i w e i s s als im Serum; auf 100 Th. löslicher Salze kommen im Blutserum 838 Th. Eiweiss, in der Lymphe nur 697 Th. Der Minder-

gehalt der Lymphe an Albumin kann nicht blos daher rühren, dass ursprünglich weniger Eiweiss aus den Capillaren ausgetreten ist, sondern hauptsächlich wohl daher, dass ein Theil desselben zur Restitution der untauglich gewordenen Gewebstheile sowie zur Bildung der Lymphkörperchen verwendet worden ist.

In dem Lymphrückstande findet sich ferner weit weniger Fett, als in dem des Blutserums; *Nasse* fand das Verhältniss der löslichen Salze zu dem Aetherextracte in der Lymphe = 100 : 1,57, im Blutserum = 100 : 4,8. Da aus der Untersuchung pathologischer Transsudate hervorgeht, dass diese schon weniger Fett enthalten, so dürfte wohl anzunehmen sein, dass das Plus von Fett im Serum verbleibt, zumal da wir das venöse Blut fettreicher gefunden haben als das arterielle; doch mag ein Theil des transsudirten Fettes mit zur Zellenbildung in der Lymphe verwendet worden sein (wiewohl in der *Nasse*schen Vergleichsuntersuchung Faserstoff und Lymphkörperchen dem Eiweiss beigerechnet sind und demnach auch deren Fettgehalt bei der Analyse des Lymphrückstands mit in Rechnung gebracht ist); dagegen sind die neutralen durch Aether extrahirbaren Fette zum Theil wohl verseift worden und in *Nasse's* Alkoholextracte zu suchen.

Der Rückstand der Lymphe enthält verhältnissmässig mehr Extractivstoffe als der des Blutserums; nehmen wir auch hier die löslichen Salze als constante Grösse an, so ist ihr Verhältniss (nach *Nasse's* Analysen) zu den salzfreien in Wasser, Spiritus und Alkohol löslichen Extractivstoffen im Blutserum = 100 : 50,4, in der Lymphe = 100 : 87,0. Diesen Zuwachs an extractiven Materien in der Lymphe wird man sich leicht aus den Trümmern der mehr oder minder regen Gewebsmetamorphosen erklären können, obwohl ein Theil derselben vielleicht noch leichter aus den Capillaren transsudirt, als selbst die löslichen Salze; wenigstens finden wir auch in den pathologischen Transsudaten der Capillaren in der Regel weit mehr Extractivstoffe, als in der Blutflüssigkeit. Diese Materien könnten also nicht blos als Abfall der Gewebsmetamorphose, sondern auch der bereits im Blute verlaufenden Zellenbildung zu betrachten sein. In den Extractivstoffen sind aber sicher eine Anzahl Stoffe verborgen, deren genauere chemische Untersuchung uns noch viel glänzende Aufschlüsse über den thierischen Stoffwechsel verspricht. Nach der *Nasse*'schen Analyse ist das Alkoholextract in der Lymphe vermehrt; diese Vermehrung wird sich auf gebildete Seifen, Milchsäure und Harnstoff beziehen: zwar ist z. B. noch kein Harnstoff in der Lymphe direct nachgewiesen worden,

allein kaum lässt es sich anders denken, als dass der Harnstoff, ein Zersetzungsproduct der Gewebsmetamorphose, die Lymphgefässe durcheile, ehe er ins Blut zur Ausscheidung durch die Nieren gelangt. Dass *Schmidt*[1]) in der Flüssigkeit bei chronischem Wasserkopf Harnstoff gefunden hat, würde vielleicht einen Beweis für die nothwendige Gegenwart des Harnstoffs in der Lymphe abgeben können, wenn in jenem Falle die Nichtexistenz eines gleichzeitigen Nierenleidens erwiesen worden wäre. Mehr noch dürften hierfür die schönen Entdeckungen *Scherer's* rücksichtlich der in dem Milzparenchym gefundenen Ausscheidungsstoffe sprechen. *Nasse* nimmt zwar eine rückgängige Bewegung des Transsudats oder einzelner seiner Bestandtheile in die Capillargefässe an, und so könnten wohl auch jene Ausscheidungsstoffe unmittelbar aus der parenchymatösen Flüssigkeit von den Blutcapillaren, aber nicht von den Saugadern aufgenommen werden: allein obgleich die Lymphgefässe mehrern Erfahrungen nach allerdings eine Auswahl in den aufzusaugenden Stoffen zu machen scheinen, so deuten doch die neuesten Untersuchungen der Physiologen und namentlich *Noll's* über die die Lymphe bewegende Kraft darauf hin, dass der von den Capillaren ausgehende Druck es hauptsächlich ist, durch den die Bewegung in den Lymphgefässen eingeleitet wird. Es lässt sich nicht erwarten, dass unter dem Drucke, den die Lymphgefässe zu mindern bestrebt sind, ein irgend erheblicher Theil des Transsudats durch einen entgegengesetzten Strom in die Capillaren des Bluts zurückgeführt werde.

Nach *Nasse's* Analysen ist das Verhältniss des Wassers zu den löslichen Salzen in der Blutflüssigkeit des Pferdes = 100 : 0,871, in der Lymphe = 100 : 0,561. Es transsudirt also auch im normalen Zustande weit mehr Wasser aus den Blutcapillaren, als selbst im Verhältniss lösliche Salze durchtreten. Niemand wird aber wohl glauben, dass die durch die Gewebsmetamorphose bedingte Wasserbildung wesentlich zur Vermehrung des Wassergehalts der Lymphe beitrage. Das venöse Blut ist daher auch ärmer an Wasser gefunden worden, als das arterielle. Leider berechtigen die von *Nasse* ausgeführten Aschenanalysen der Rückstände der Lymphe und des Serums nicht zu einigermassen exacten Schlussfolgerungen. Spätere genauere Analysen müssen darthun, ob in der Lymphe, wie *Schmidt* in hydropischen Transsudaten gefunden, im Ganzen zwar die Salze dieselben bleiben

1) *Schmidt*, a. a. O. S. 123.

wie in der Blutflüssigkeit, allein die Chlorverbindungen in etwas reichlicherer Menge übertreten, als die Phosphate, und die Natronsalze in überwiegender Menge den Kalisalzen gegenüber. Aus *Nasse's* und Anderer Analysen der Lymphe lässt sich schliessen, dass die schwefelsauren Alkalien in weit bedeutenderer Menge in dieser Flüssigkeit enthalten sind, als im Blutserum; diese Salze können wohl aus keinem andern Processe als dem Untergange schwefelhaltiger Gewebstheile unter Vermittlung des mit dem Plasma aus dem Blute ausgetretenen Sauerstoffs hervorgegangen sein.

Nasse hat endlich gefunden, dass im Blutserum weit mehr Erdsalze enthalten sind, als in der Lymphe; dies ist doch wohl nur deshalb der Fall, weil die Erdsalze ja den Albuminaten anhängen und nur in einer diesen entsprechenden Menge in die Lymphe übergehen können.

Die Function der Saugadern besteht also, wenn wir diesen eben geführten Vergleich der Blutflüssigkeit mit der Lymphe im Auge behalten, nicht blos darin, die untauglich gewordenen Theile der Gewebe dem Blute zuzuführen, damit diese, dort weiter umgewandelt, durch die Excretionsorgane ausgeschieden werden, sondern auch darin, dass die noch plastischen Theile des Bluts zu Zellen, ja Blutkörperchen verarbeitet werden; denn wie sollten sonst in der Lymphe mit einem Male Zellen auftreten können, wenn sie nur den Abraum der Gewebe hinwegführte? wozu würde ihre Bewegung durch die Lymphdrüsen aufgehalten oder wenigstens erheblich verlangsamt, wenn die Saugadern nicht ähnlich den Chylusgefässen Vorbereitungsorgane für die Blutbildung zugleich wären?

Transsudate.

Während die Pathologen unter Exsudaten alle Arten von flüssigen, breiigen oder festen Stoffen verstehen, welche sich in serösen Höhlen oder in dem Parenchym der Organe krankhafter Weise abgelagert finden und hier gewöhnlich bereits mannigfaltige Umwandlungen hauptsächlich in morphologischer Hinsicht erlitten haben: halten wir

es im Interesse der physiologischen Anschauung für passender, von den bereits metamorphosirten Exsudaten die Transsudate zu unterscheiden, als flüssige aus den Capillaren ausgetretene Bestandtheile der Intercellularflüssigkeit des Blutes. Diese Transsudate umfassen alle jene Flüssigkeiten, welche normaler oder abnormer Weise aus den Blutgefässen (ohne Zerreissung derselben) in das Parenchym der Organe und in die geschlossenen oder offenen Höhlen und selbst auf die Oberfläche des thierischen Körpers ergossen werden. Wir zählen daher zu den Transsudaten die normalen Absonderungen der serösen Häute, und namentlich nicht blos die der Hirnventrikel, des Pericardiums, der Pleura und des Peritonäums, sondern auch die Thränen, den Humor aqueus des Auges und den Liquor Amnios, sowie überhaupt den die Gewebe umspülenden und ernährenden Saft, d. h. die parenchymatöse Flüssigkeit; werden diese Durchschwitzungen excessiv, so bilden sie die albuminösen und fibrinösen Exsudate der Pathologen. Obgleich die pathologischen Transsudate der chemischen Untersuchung ihrer oft massenhaften Anhäufung halber weit zugänglicher waren und daher auch weit genauer oder wenigstens häufiger analysirt worden sind, als die normalen Durchschwitzungen: so halten wir es doch auch hier für räthlicher der rein physiologischen Anschauung über das Austreten jener Flüssigkeiten aus den Capillaren zu folgen, da wir in den Irrgängen pathologischer Systematik und pathologischer Fictionen uns zu verlieren befürchten müssten; denn die Annahme wässriger Transsudate neben serösen, croupöser neben fibrinösen, und wiederum seröser neben albuminösen kann vor dem Forum weder der physikalischen noch der chemischen Physiologie irgend eine Geltung erlangen. Wir haben bereits unter der Lehre von der Lymphe gesehen (an welche sich dieses Capitel in mehr als einer Hinsicht eng anschliesst), dass wir mit den geachtetsten Physiologen unsrer Zeit den Durchtritt von Wasser und einigen Bestandtheilen des Liquor sanguinis durch die Wände der Capillaren als das Resultat physikalischer Nothwendigkeit betrachten, bedingt durch die Penetrabilität der Wände der Capillaren, durch die Schnelligkeit der Bewegung des Bluts in denselben und durch die physische und chemische Beschaffenheit des in den Haargefässen strömenden Blutes selbst. Diese Verschiedenartigkeit der Bedingungen gibt uns zugleich Aufklärung über die Verschiedenheit in den physischen und chemischen Eigenschaften der normalen sowie der excessiven Transsudate und über die Unzulässigkeit gewisser Eintheilungsprincipien jener Transsudate, die entweder aus zufälligen

Eigenschaften derselben oder aus den Umwandlungsformen entlehnt sind, welchen zu unterliegen sie mehr oder weniger geneigt sind. Ziehen wir daher, abgesehen von jeglicher principiellen Eintheilung derselben, ihre gewöhnlichen physikalischen Eigenschaften so wie ihre wesentlichen oder zufälligen Bestandtheile näher in Betracht.

Die normalen so wie die excessiven Transsudate haben im Allgemeinen dieselben Eigenschaften, wie die Intercellularflüssigkeit oder das Serum des Blutes; sie sind farblos, durchsichtig, von fadem schwach salzigem Geschmack, von alkalischer Reaction, durchgängig von geringerem specifischen Gewicht, als das Serum des entsprechenden Blutes. An morphologischen Elementen findet man in ihnen je nach der Oberfläche, auf die sie sich ergossen, Epithelialgebilde, Molecularkörnchen, nucleusartige Körper und Zellenformationen, die aber sämmtlich den Transsudaten nicht eigenthümlich sind; so kommen auch Blutkörperchen in ihnen nur vor, wenn die Capillaren in Folge irgend eines Einflusses zerrissen waren und so dem Transsudate wirkliches Blut beimengten.

Auch die chemischen Bestandtheile der Transsudate sind denen des Blutplasmas völlig conform; es tritt nur der schon unter „Lymphe" erwähnte Umstand ein, dass durchgängig alle Bestandtheile im Verhältniss zu denen des Plasmas verringert und demnach ihr Wassergehalt vermehrt ist, und dass selbst von den organischen Bestandtheilen einige so zurücktreten, dass sie gänzlich zu fehlen scheinen und wirklich unter den speciell obwaltenden Bedingungen zur Transsudation unfähig waren. Man würde daher die Transsudate wohl nach dem Mangel des einen oder andern Plasmabestandtheils eintheilen können, wenn sich hier eine nur irgend haltbare Grenze ziehen und die absolute Abwesenheit des fraglichen Stoffes selbst nur im speciellen Falle darthun liesse.

Die Anwesenheit oder der Mangel an Faserstoff in den Transsudaten hat in der eben berührten Weise Veranlassung gegeben, die blutzellenfreien Ausschwitzungen im Thierkörper vorzüglich in zwei Classen zu spalten, nämlich in albuminöse und fibrinhaltige oder den excessiven Process in serösen und fibrinösen Hydrops (*Jul. Vogel*[1]). Gar nicht aufzufinden ist das Fibrin in den normalen Transsudaten der serösen Häute und in denjenigen excessiven Ausscheidungen, welche nicht von jener Affection der Capillaren begleitet sind, die man

1) *Jul. Vogel*, Pathol. Anat. Th. 1. S. 12–35.

bei der Entzündung annimmt; es wird also fehlen in den Fällen übergrosser Blutwasseransammlung, die entweder von einer gestörten Function der Lymphgefässe oder von einer grössern Wässrigkeit des Blutes bedingt ist. Bei erheblicher Verlangsamung des Blutstroms oder bei völligem Stocken desselben in den Capillaren tritt aber immer Fibrin mit durch die verdünnten Wände der Gefässchen und giebt zu den mehr oder weniger plastischen Exsudaten Anlass. Ob beim fibrinfreien Hydrops, wie *Vogel* annimmt, constant die Transsudation mehr von den feinern Venen, beim fibrinhaltigen aber von den eigentlichen Capillaren ausgehe, muss noch fernern histologischen Untersuchungen anheim gestellt werden. Manche Capillaren dürften aber auch im ganz normalen Zustande die Fähigkeit besitzen, ein fibrinhaltiges Transsudat zu liefern. Ist auch der zur Ernährung der Organe ausgeschwitzte parenchymatöse Saft isolirt der chemischen Untersuchung noch nicht so zugänglich gewesen, dass in demselben direct die Gegenwart des Fibrins hätte nachgewiesen werden können; so ist doch abgesehen von dem allgemeinen Glauben der höchste Grad von Wahrscheinlichkeit dafür da, dass dieser Ernährungssaft wirklich Faserstoff enthalte; denn der Gehalt der Lymphe an Fibrin spricht ebensowohl dafür als die Constitution des Ernährungssaftes bei niedern Thieren ohne blutführende Canäle und der constante Fibringehalt der gewöhnlichen plastischen Ausschwitzungen, wie sie z. B. im blutzellenfreien Secrete frischer Schnittwunden sich vorzugsweise zeigen (von welchem *Schmidt*[1]) eine genauere Analyse angestellt hat).

Sehr oft mag in den Transsudaten Faserstoff enthalten sein, aber seiner geringen Menge wegen oder der Umwandlungen, die er bereits erlitten, der chemischen Untersuchung nur entgehen. Bedenken wir, dass im Plasma des normalen Bluts die Menge des Fibrins an 40mal geringer ist, als die des Albumins, so wird, wenn die Verminderung des Fibrins in Transsudate nur der des Albumins entsprechend ist, sich in der ausgeschwitzten Flüssigkeit immer nur eine sehr geringe, oft kaum nachweisbare Menge Fibrin vorfinden; fügen wir hinzu, dass im parenchymatösen Safte das Fibrin sehr bald zur Restitution der Gewebe verwendet wird oder im krankhaften Transsudate bereits die Anlage zu morphologischen Gebilden abgegeben hat, so werden wir uns nicht wundern, dass das Fibrin so oft vermisst wird. Indessen scheinen die meisten der sg. hydropischen Transsudate, die in zu grosser Wässrig-

1) *C. Schmidt*, Cholera, S. 134.

keit des Bluts oder in gestörter Function der Lymphgefässe ihren Grund haben, allerdings ohne gleichzeitige Faserstoffausscheidung gebildet zu werden; wenigstens scheint auch die Thatsache, dass das wässrige Blut gewöhnlich ein wenig reicher an Fibrin gefunden wird, als normales Blut für ein Zurückbleiben des Fibrins im Blute zu sprechen. Sei dem aber, wie ihm wolle, so bleibt doch ausgemacht, dass, wie schon *Jul. Vogel* dargethan, fibrinöse Transsudate weit häufiger sind, als man gewöhnlich, sich auf den Augenschein verlassend, angenommen hat.

Was nun zunächst die physischen und chemischen Eigenschaften des in den Transsudaten befindlichen Fibrins betrifft, so stimmen diese im Wesentlichen vollkommen mit denen des Blutfibrins überein; die Abweichungen, welche der Transsudatfaserstoff zeigt, sind, wie schon oben bei der Lymphe und dem Chylus erwähnt, lediglich in den physikalischen und chemischen Verhältnissen begründet, unter welchen er ausgeschieden wird; der Chemiker kann kein serös infiltrirtes, kein croupöses oder aphthöses oder gar ein Pseudofibrin statuiren. Das Transsudatfibrin muss häufig in Form jener weichen gallertartigen Massen gerinnen, die man serös infiltrirtes oder Pseudofibrin genannt hat; wir wissen (vergl. S. 189), dass gerade diese Gerinnungsform lediglich abhängig ist von einem grossen Wassergehalte der Flüssigkeit, in welcher das Fibrin vorher suspendirt war; wir würden uns daher wundern müssen, dass diese Gerinnungsform in den Leichnamen nicht weit häufiger gefunden wird, als diess wirklich der Fall ist, wenn wir nicht wüssten, dass im lebenden Körper die transsudirte Flüssigkeit gewöhnlich nur äusserst langsam den Faserstoff gerinnen lässt, und dass wegen der steten Bewegung in den Höhlen der Pleura, des Pericardiums und Peritonäums eine mehr dem geschlagenen Faserstoff ähnliche flockige Gerinnung sich ausbilden muss. Ebenso kann vom chemischen Gesichtspunkte aus nicht von einem eigenthümlich erkrankten Faserstoff die Rede sein; die für gewisse krankhafte Processe eigenthümlichen Gerinnungsformen des Faserstoffs, die zu jener Annahme verleitet haben, sind lediglich von den Bedingungen abhängig, unter welchen die Gerinnung des Fibrins erfolgte. So fein und richtig beobachtet die von verschiedenen Formen von Faserstoff in den mannigfachen krankhaften Exsudaten sind, so wichtig die Beobachtungen über die Organisationsfähigkeit oder das Zerfallen der einen oder der andern Gerinnungsform sind, so wenig zeigt doch der Theil des Exsudats, der wirklich Fibrin ist, sich in chemischer Hinsicht von dem

Fibrin des Blutes zu unterscheiden. Weder in den croupösen, noch aphthösen noch andern Faserstoffexsudaten habe ich auch nur ein einziges Mal ein Fibrin finden können, welches bei der mikroskopisch-chemischen oder rein chemischen Untersuchung sich wesentlich verschieden vom gewöhnlichen Fibrin der Chemiker gezeigt hätte; unter andern löste sich ein Fibrin wie das andre in Salpeterwasser nach kürzerer oder längerer Digestion zu einer eiweissartig gerinnbaren Substanz; nur die Zeit war verschieden, innerhalb welcher die Umwandlung vollendet war; dieselbe stand aber gewöhnlich in ziemlich directer Proportion mit der Cohärenz des geronnenen Fibrins (dass solches Exsudatfibrin nicht eher mit Salpeterwasser in Digestion gebracht wurde, als bis das mechanisch zerkleinerte und ausgewaschene Exsudatcoagulum keine Spur einer durch Kochen oder Essigsäure gerinnbaren Substanz mehr enthielt, versteht sich von selbst). In manchen Transsudaten, namentlich denen der serösen Häute (bei Hydrops fibrinosus *Jul. Vogel*), ist Fibrin aufgelöst, welches erst gerinnt, wenn die durch Paracentese entleerte Flüssigkeit einige Zeit an der Luft gestanden hat; es vergeht oft mehr als eine Stunde, ehe es zur Gerinnung kommt; man hat zuweilen erst nach 10 und 24 St. in solchen Flüssigkeiten ein Gerinnsel entstehen sehen (*Schwann* und *Magnus*[1]), *Delaharpe*[2]), *Scherer*[3]), *Quevenne*[4]). Auch dieses Fibrin ist chemisch nicht verschieden vom Blutfibrin; kennen wir doch auch im Blute ein „Fibrin langsamer Gerinnung", von welchem *Polli*[5]) zahlreiche Beispiele anführt; es lässt sich allerdings nicht immer in dem einzelnen Falle genau angeben, was hier die Gerinnung verzögert, allein im Allgemeinen sind es dieselben Ursachen: mässige Verdünnung mit Wasser, Ueberschuss an alkalischen Salzen, Reichthum an Kohlensäure u. dergl., welche, wie wir oben S. 186 ff. gesehen haben, die Ausscheidung des Fibrin mehr oder weniger verlangsamen. Uebrigens stimmen alle chemischen Reactionen, welche man mit solchem Fibrin vornehmen mag, vollkommen überein mit den Reactionen des gewöhnlichen Fibrins.

Wenn man aber glaubt, dass die Frage, ob es ein verschieden

---

1) *Schwann* und *Magnus*, Müller's Arch. 1838. S. 95.
2) *Delaharpe*, Arch. génér. de médec. Juin 1842.
3) *Scherer*, Untersuch. z. Pathol. S. 106 u. 110.
4) *Quevenne*, Journ. de Pharm. Nvbr. 1837.
5) *Polli*, Eckstein's Handbibl. des Ausl. Heft 4. S. 25—32.

geartetes Fibrin in solchen pathologischen Ergüssen gebe, durch Elementaranalysen zur Entscheidung gebracht werden könne, so dürfte man sehr irren; denn Unterschiede würde man genug finden und hat sie auch schon bei ähnlichen Versuchen gefunden, allein nur aus dem Grunde, weil es bis jetzt völlig unmöglich ist, solche Stoffe, wie Fibrin, chemisch rein darzustellen und sie überhaupt zur Elementaranalyse geeignet zu machen; wir wiederholen hier nicht, was wir bereits im 1. Th. über die Untauglichkeit des Fibrins zur Elementaranalyse (S. 361 ff.) und über die Erfordernisse zur Anstellung einer solchen (S. 32—34) gesagt haben.

Was die Mengen von Fibrin, die man in Transsudaten gefunden hat, betrifft, so leuchtet schon aus dem Obigen ein, dass diese an sich höchst verschieden, aber immer etwas geringer als die des entsprechenden Blutplasmas sein werden. Diess gilt natürlich nur von frischen Transsudaten; denn haben dieselben im lebenden Körper bereits einige Zeit bestanden, so können sie einerseits einen grossen Theil ihres Wassers schon wieder abgegeben haben oder das Fibrincoagulum ist bereits in Zellenbildung übergegangen, zu welcher ausser dem Fibrin noch andre Stoffe aus dem Transsudate verwendet worden sind; in diesen Fällen wird man allerdings weit mehr Fibrin im Transsudate, als im Liquor sanguinis finden, sobald man alles Ungelöste oder Unlösliche als Fibrin berechnet.

Gar kein Fibrin lässt sich nachweisen in den normalen Transsudaten, die in einiger Menge im Thierkörper sich anhäufen; in den Feuchtigkeiten der serösen Säcke, im Humor aqueus des Auges, in den Thränen, in dem Fruchtwasser, in gewissen diffusen und abgesackten hydropischen Ausschwitzungen, in Hydatiden, in Hautblasen, seien diese künstlich erregt oder Folge einer Hautkrankheit, in Darmcapillarausscheidungen, wie sie bei Diarrhöen durch Katarrh, drastische Purgirmittel oder dem Choleraprocess vorzukommen pflegen.

Jene krankhaften Ausscheidungen, welche die Folge acut entzündlicher, von Zerreissung der Capillaren und Geschwürsbildung begleiteter, Processe sind, rechnen wir nicht zu den Transsudaten, da sie eben nicht die Producte einfacher Transsudation sind; diese werden freilich oft sehr reich an Fibrin gefunden, unterscheiden sich aber auch rücksichtlich ihrer übrigen Constitution und einzelner ihrer Bestandtheile wesentlich von den einfachen Transsudaten.

Gleich dem Fibrin ist das Albumin der Transsudate kein andres als jenes, welches wir im Blute und an andern Orten finden; die Verschiedenheiten, welche es namentlich rücksichtlich seiner Coagulirbarkeit und Gerinnungsform zeigt, sind lediglich abhängig von Verhält-

nissen, die wir oft erwähnt und namentlich im 1. Th. S. 340 bis 342 hervorgehoben haben. So finden wir in manchen physiologischen und pathologischen Transsudaten jenes caseïnähnliche Albumin, welches beim Erhitzen nicht gerinnt, durch verdünnte Essigsäure präcipitirt wird und beim Abdampfen seiner Lösung auf deren Oberfläche sich in farblosen Häuten abscheidet; wir brauchen kaum zu wiederholen, dass dieser Körper Natronalbuminat ist und keine wesentliche Eigenschaft des Caseïns besitzt. So oft auch Caseïn als Bestandtheil solcher Transsudate, ja selbst neuerdings noch als normaler Bestandtheil des Blutes (*Panum*[1]) angeführt worden ist, so habe ich doch nie in solchen Flüssigkeiten aller Mühe ungeachtet etwas andres, als alkalireiches Albumin finden können.

In den normalen Transsudaten und zwar im Liquor pericardii, in der Rückenmarks- und Hirnhautflüssigkeit, im Fruchtwasser, so wie überhaupt in den Flüssigkeiten, welche nur wenig Albumin enthalten, lässt sich bei sorgfältiger Untersuchung stets Albuminnatron nachweisen, so besonders auch in der Flüssigkeit der Hautblasen bei Pemphigus, in den Darmdejectionen bei Cholera u. s. w. Dagegen finden wir, wiewohl selten, auch Transsudate, welche beim Erhitzen alles Eiweiss fallen lassen und zwar in feinern Flocken; weniger selten sind diejenigen, welche auf Zusatz von Wasser stark getrübt werden und allmählig ein Sediment reinen Albumins absetzen; ja etwas getrübt werden fast alle albuminösen Transsudate durch starke Verdünnung. Auf diese Art von Transsudaten hat *Scherer*[2]) besonders aufmerksam gemacht; hierher gehören meist solche, die erst längere Zeit nach ihrer Abscheidung zur Untersuchung kamen, oder solche, welche bei gewissen krankhaften Processen gefunden werden, in denen überhaupt das Alkali des Bluts vermindert oder durch das Auftreten einer Säure gesättigt worden ist. Schon aus dieser einzigen Erfahrung geht hervor, dass die rein chemische Analyse der Transsudate an und für sich nur wenig wissenschaftliche Ausbeute geben kann; soll aus einer solchen Analyse irgend ein Schluss über den pathologisch-chemischen Process gezogen werden, so ist eine vergleichende Analyse des Blutes und zwar von demselben Individuum, dem das Transsudat entlehnt wurde, unerlässlich nothwendig. Diess ist ein Grund mehr, warum leider so sehr wenige von den vorliegenden Analysen krankhafter Producte wissenschaftlich zu verwerthen sind.

1) *Panum*, Arch. f. pathol. Anat. Bd. 3. S. 251—264.
2) *Scherer*, Pathol. Untersuchungen. S. 78.

Die Mengen des Albumins in den Transsudaten sind ausserordentlich verschieden; in manchen Transsudaten ist die Menge des Eiweisses so gering, dass man geglaubt hat, es fehle gänzlich, z. B. in der Thränenfeuchtigkeit, im Humor aqueus des Auges, im Fruchtwasser (in der letzten Zeit der Schwangerschaft), in der Hirnhöhlen- und Rückenmarkflüssigkeit (im normalen und hydropischen Zustande), in der Zellgewebsflüssigkeit bei Oedem der Extremitäten. Wenn aber auch in diesen Flüssigkeiten das Eiweiss niemals fehlt, so erreicht doch die Zahl desselben in andern frisch durchgeschwitzten Flüssigkeiten niemals die des in der Blutflüssigkeit enthaltenen Albumins. Es fragt sich nun, ob vielleicht gewisse Bedingungen ermittelt werden können, welche auf einen reichlichern oder minder reichlichen Durchtritt des Albumins durch die Wände der Capillaren hinwirken, so dass sich, wenn auch nicht Gesetze, doch gewisse allgemeine Regeln aufstellen lassen, nach welchen eine Vermehrung oder eine Verminderung des Albumins in dem Transsudate beobachtet wird.

Eine dieser Regeln ist folgende: die in einem Transsudate enthaltene *Albuminmenge ist abhängig von dem System von Capillaren*, durch welche die Durchschwitzung stattfand. Diesen höchst wichtigen Punkt, der für die Beurtheilung des mechanischen Stoffwechsels im Thierkörper von ebenso hoher Bedeutung ist, als für die Erforschung der pathologischen Processe, hat zuerst der geistvolle *C. Schmidt*[1]) ermittelt und durch mehrere sorgfältige Paralleluntersuchungen gleichzeitiger normaler oder abnormer Transsudate bekräftigt. *Schmidt* nimmt für jede Haargefässgruppe einen bestimmten und constanten Eiweissgehalt im Transsudate an. Am reichsten an Eiweiss fand er die Transsudate der Pleura (= 2,85 %) bedeutend ärmer die des Peritonäums (= 1,13%), noch mehr die der Hirnhäute (0,6 höchstens 0,8%), am ärmsten aber die des Unterhautzellgewebes (= 0,36%). *Schmidt* fand dieses Verhältniss an einem und demselben Individuum, welches an Bright'scher Krankheit gelitten hatte, und überzeugte sich durch weitere Untersuchungen der normalen Transsudate der Hirncapillaren und der hydrocephalischen Ergüsse, dass nicht nur beim Excess der Transsudation die Eiweissmenge im Transsudate sich immer ziemlich gleich bleibe, sondern auch dann, wenn, nach Entfernung der ältern Ausschwitzung, durch dieselben Capillaren ein neues Transsudat wieder gebildet worden ist.

---

1) *C. Schmidt,* Charakteristik der Cholera. S. 145.

In normaler Cerebrospinalflüssigkeit eines Hundes fand *Schmidt* 0,24 % organische Substanz, bei chronischem Hydrocephalus eines Kindes vor und nach der Paracentese 0,18 % und bei acutem Hydrocephalus 0,37 %, 0,694 %, 1,040 %; in einem pleuritischen Transsudate, welches durch Paracentese gewonnen war, = 2,61 %, in dem von demselben Individuum aus dem Leichnam entlehnten 2,85 % in dem ersten durch Paracentese entleerten Peritonäaltranssudate = 0,365 %, in dem zweiten von demselben Individuum = 0,395 %. Aus dem Pericardium eines ganz gesunden Verbrechers sammelte ich 3 Minuten nach der Enthauptung 33,8 grm. Transsudat, welches 0,879 % Albumin enthielt neben 0,093 % andrer organischer Materie und 0,089 % Mineralstoffen. In der Flüssigkeit eines Hydropericardiums ex vacuo (bei Lungentuberculose) fand ich 1,543 % Albumin. In den hydropischen Transsudaten des Leichnams eines Sänfers, bei dem sich eine echte granulirte Leber ausgebildet hatte, fand ich aus dem Herzbeutel 1,063 % Albumin, aus der Pleura 1,852 %, aus dem Peritonäum 1,044 % und aus den Hirnhöhlen 0,564 % Albumin (die Extractivstoffe und Salze nicht mit eingerechnet). In einem Peritonäaltranssudate bei Leberkrebs (wobei die Leber bis zwei Zoll unter den Nabel herabragte) fand ich einmal 4,351 % Albumin neben 0,598 % Extractivstoffen und 0,890 % Salzen, dagegen bei Hydrämie (in Folge chronischer Verschwärung der Dickdarmfollikeln) 1,127 % Albumin neben 0,448 % Extractivstoffen und 1,014 % Salzen; in dem Hirncapillartranssudate bei Hydrocephalus ex vacuo (Hirnatrophie eines Greises) 0,144 %, bei angebornem innern Hydrocephalus 0,102 %, bei Hydrocele 6,283 %, 4,982 %, 4,055 % und 3,410 % reines Albumin. Ich unterlasse es, aus meinen Diarien noch mehr theils von mir selbst theils unter meiner Leitung angestellte Analysen anzuführen, welche theils für, theils gegen den von *Schmidt* aufgestellten Satz sprechen könnten, und erwähne nur noch einiger von Andern erhaltener analytischer Resultate: *Berzelius*[1]) fand in einem Hirntranssudate 0,166 %, *Mulder* 0,055 %, *Tennant* 0,303 %, in dem des Bauchfells *Bibra*[2]) 2,9 %, *Jul. Vogel*[3]) in einem Falle 3,3 % in einem andern nur 0,9 %, *Dublanc* gleich Bibra 2,9 %, *Marchand* 0,238 %, *Simon*[4]) 0,84 %, bei Hydrocele 4,83 %, *Bibra* 4,8 %; bei Oedem der Füsse *Simon* = 0,70 % Albumin.

Vergleichen wir die Resultate der verschiedenen Analytiker, so möchte man auf den ersten Blick das *Schmidt*'sche Postulat: das Transsudat jeder einzelnen Haargefässgruppe habe eine besondre aber constante Zusammensetzung, für präjudicirt halten: allein bei einer nähern Erwägung der die Transsudation begleitenden Verhältnisse stellt sich ziemlich evident heraus, dass dieser Satz allerdings in der Natur begründet ist, aber, wie alle Naturgesetze, in seinen Folgen oder Wirkungen vielfach durch andre gültige Gesetze modificirt und somit der

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 198.
2) *v. Bibra*, Chem. Unters. verschied. Eiterarten. S. 160 u. 170.
3) *Jul. Vogel*, Pathol. Anat. Th. 1. S. 16.
4) *Fz. Simon*, Medic. Ch. Bd. 2. S. 582.

einfachen Erkenntniss entzogen wird Wir können also die Richtigkeit jenes Satzes nur erweisen, wenn wir *unter identischen Bedingungen* die gleichzeitigen Transsudate verschiedener Capillargruppen mit einander vergleichen. Dann finden wir allerdings, dass das Verhältniss des Albumingehalts der verschiedenen Transsudate unter einander sich ziemlich gleich bleibt, nicht aber möchten wir noch, wie *Schmidt* anzunehmen geneigt scheint, behaupten, dass die Albuminmenge in dem Transsudate jeder Haargefässgruppe unter verschiedenen Verhältnissen an eine bestimmte Zahl gebunden sei. Denn es treten noch andre Bedingungen auf, welche von Einfluss auf die Constitution des Transsudats sind. Die Transsudation ist ja nicht das Resultat eines einzigen Factors; sie hängt nicht blos von der Dichte oder Feinheit der Capillaren ab, sondern, wie schon erwähnt, von der Schnelligkeit des Blutstroms ebensowohl als von der Constitution des Blutes selbst. Würden also nicht schon die positiven Thatsachen deutlich genug für die verschiedene Constitution des Transsudats aus einem und demselben Capillarsysteme sprechen, so würde man a priori schliessen dürfen, dass einerseits bei grösserer Verlangsamung des Blutlaufs in den Capillaren und damit verbundener erheblicherer Ausdehnung der Wände die Constitution des Transsudats eine andre sein wird, als im entgegengesetzten Falle, und dass andrerseits je nach der physischen und chemischen Beschaffenheit des Blutes, die Zusammensetzung des Transsudats und namentlich ihr Albumingehalt ein sehr verschiedener sein wird.

Die Capillaren scheinen auch in verschiedenen Stadien der Entwicklung seröser Häute ihr Transsudationsvermögen zu ändern; so findet sich nach *Vogt* und *Scherer*[1]) im menschlichen Fruchtwasser während der frühern Zeit der Schwangerschaft mehr Albumin und überhaupt mehr feste Bestandtheile als gegen Ende der Schwangerschaft; *Vogt* fand im vierten Monate darin 1,077 %, nach dem sechsten 0,667 % Albumin, *Scherer* im fünften Monate 0,767 % und nach dem neunten nur 0,082 %, *Mack* im Fruchtwasser ausgetragener Kinder 0,370 und 0,264 %; drei Analysen des Fruchtwassers, die ich angestellt habe, stimmen mit denen *Mack's* am meisten überein.

Durch einfache Benutzung der bis jetzt obwohl nur sparsam vorliegenden Analysen lässt sich in inductiver Weise der Satz statuiren, dass *je langsamer der Blutlauf in den Capillaren, desto reicher an Albumin das Transsudat ist.* Wird durch bedeutende Geschwülste die Circulation in den Unterleibsvenen erheblich gehemmt, so findet man

1) *Scherer*, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 1. S. 88–92.

mehr Albumin im Transsudate, als wenn nur geringere mechanische Hindernisse: Leberleiden mit Contraction des Leberparenchyms u. s. w. eine Verlangsamung des Blutlaufs in den Venen bedingen. Wird die Störung der Blutbewegung in einem Capillarsysteme so bedeutend, wie diess bei der entzündlichen Hyperämie der Fall ist, so wird ein weit albuminreicheres Transsudat gebildet; daher sehen wir, dass alle fibrinösen Transsudate durchschnittlich weit albuminreicher sind als die sg. serösen. In der Flüssigkeit von acutem Hydrocephalus findet sich (bei Abwesenheit von Fibrin) zwar weniger Albumin als in vielen andern serösen Transsudaten, aber immer mehr als bei chronischem Wasserkopf u. s. w.

Ein drittes Moment, welches auf den Eiweissgehalt so wie die übrige Zusammensetzung der Transsudate Einfluss ausübt, ist die Constitution des Blutes; *je ärmer das Blut an Albumin wird, desto weniger finden wir auch im Transsudate;* für die hydropischen Ansammlungen bei Bright'scher Krankheit, wo das Blut durch den Verlust an Eiweiss durch den Harn immer ärmer an Albumin wird, hat *C. Schmidt* z. B. den Mindergehalt an diesem Stoffe gegenüber den Transsudaten bei Hydrops aus andern Ursachen bestimmt erwiesen. In dem Transsudate, welches durch mechanisches Aufstauen des Bluts in den Unterleibsgefässen bei reichem Eiweissgehalte des Bluts bedingt ist, findet sich (bei Leberaffectionen, Herzkrankheiten) mehr Albumin, als in jenem, die ihre Quelle in hydrämischem Blute haben (bei Bright'scher Krankheit, Krebs, Lungentuberculose, nach erheblichen Säfteverlusten u. s. w.).

Endlich ist auch ein bereits anderweit hervorgehobener Umstand bei der Beurtheilung der Transsudate nicht zu übersehen; wenn nämlich die Transsudate sehr lange in der serösen Höhle stagniren, ohne resorbirt oder durch Kunst entfernt zu werden, wie diess am häufigsten bei Hydrocele, Eierstockswassersucht und andern abgesackten hydropischen Flüssigkeiten der Fall ist, so pflegen die wässrigen und ein Theil der salzigen Theile wieder aufgesogen zu werden, so dass alsdann bei der Untersuchung die Flüssigkeit weit concentrirter und eiweissreicher gefunden wird, als solche Transsudate sonst zu sein pflegen.

Wenn diese Sätze auch erst nach weiteren und zwar systematisch durchgeführten Untersuchungen ihre volle Gültigkeit in der Wissenschaft zu erwarten haben, so bieten sie uns doch wenigstens einige Aussicht dar, auch dieses bis jetzt noch düstere Gebiet der

pathologischen Chemie zu erhellen, und die zusammenhangslosen, höchstens noch durch fingirte Krasen und dergleichen Nebelbilder verhüllten, Thatsachen zu einem klaren wissenschaftlichen Ganzen zu vereinigen; vielleicht ist die Hoffnung nicht zu kühn, wenn wir glauben, dass auch in der Pathologie die Zeit kommen wird, wo aus drei gegebenen Factoren die Resultirenden sich berechnen, eine in Chiffern ausdrückbare Gleichung für den pathologisch-physikalischen Process der Transsudation sich aufstellen lassen wird.

Während die vorliegenden chemischen Untersuchungen der Transsudate uns wenigstens einige Aussicht einer nähern Erkenntniss der mechanischen Stoffbewegungen im gesunden und kranken Thierkörper gewähren: lassen sie uns rücksichtlich der Erkenntniss der chemischen Bewegungen, d. h. der Umwandlungen, welche die Stoffe bei und nach der Transsudation erleiden, vollkommen im Dunkeln. Diess gilt insbesondere von denjenigen Stoffen, die unter den sg. Extractivstoffen verborgen sind, namentlich den Proteïnoxyden, Pyin und andern wahrscheinlich der regressiven Metamorphose angehörigen Materien. Unter diesen Extractivstoffen macht jene Materie, welche in Wasser auflöslich, in Alkohol aber unlöslich ist und durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt wird, immer einen grossen Theil aus; sie ist dem *Mulder*'schen Proteïntritoxyd ähnlich, zeigt aber, wenn es gelingt, geeignete Mengen davon darzustellen, bei der Elementaranalyse verschiedene Zusammensetzung. Dasselbe gilt auch von der durch Essigsäure fällbaren Materie, die sich oft in ältern Transsudaten vorfindet; dieselbe besitzt selten die von *Güterbock* dem Pyin zugeschriebenen Eigenschaften; namentlich ist sie in Essigsäure nicht unlöslich; gelingt es auch, sie von dem durch Essigsäure gleichzeitig präcipitirten Albumin zu trennen und sonst zu reinigen, so zeigt sie doch so verschiedene Zusammensetzung, dass man aus den Analysen nicht einmal entscheiden kann, ob sie ein Oxydationsproduct des Proteïns ist oder nicht. In frischen Transsudaten findet sich dieser Stoff nicht.

Die Extractivstoffe finden sich in den Transsudaten immer in grösserer Menge, als in dem entsprechenden Liquor oder Serum des Bluts; gewöhnlich ist ihre Zahl in den ältern, stagnirenden Flüssigkeiten grösser als in den frisch ausgeschiedenen, relativ geringer ist sie dagegen in den faserstoffhaltigen Transsudaten als in den serösen. Während im Serum des normalen Blutes das Verhältniss des Albumins (ohne Fette) zu den Extractivstoffen $= 100 : 5$, ist, gestaltet

sich das Verhältniss in frischen fibrinösen Transsudaten auf 100 : 8 bis 16, in frischen serösen auf 100 : 12 bis 30 und in älteren auf 100 : 42 bis 86. Es dürfte wohl hieraus zu schliessen sein, dass die fraglichen Stoffe in grösserer Menge aus dem Blute in die Höhlen transsudiren als das Albumin; diess wird besonders auch durch die Analysen der normalen Transsudate: des Herzbeutelwassers, der Cerebral- und Spinalflüssigkeit, des Fruchtwassers, der Thränenfeuchtigkeit und des Humor aqueus bestätigt, in welchen die Proportion = 100 : 300 steigt, ja der Albumingehalt verschwindend klein werden kann, so dass er bei der geringen Menge der Objecte gar nicht mehr quantitativ bestimmbar ist, obgleich er durch die bekannten Reagentien auf Albuminate, namentlich das *Millon*'sche Reagens (vergl. Th. 1. S. 336), recht wohl qualitativ nachweisbar ist. Im Allgemeinen bleiben aber die Extractivstoffe immer eine höchst variable Grösse, theils wohl deshalb, weil sie zum Theil durch die chemische Behandlung aus Albuminaten sich etwas vermehren, theils aber auch, weil sie zu den transsudirten Wassermengen je nach der Constitution des Bluts und der eigenthümlichen Structur einzelner Haargefässe in sehr verschiedenen Verhältnissen stehen. Dabei darf aber allerdings auch nicht ausser Acht gelassen werden, dass in ältern namentlich ursprünglich fibrinösen Transsudaten, in denen morphologische Bildungen stattgefunden haben, ein Theil des Albumins in diese übergeht, und ein andrer Theil sich in extractartige Materie umwandelt, so dass dann bei der Analyse die Extractivstoffe absolut und relativ vermehrt gefunden werden. Es würde daher auch überflüssig sein, hier den verschiedenen Gehalt der Transsudate an Extractivstoffen nach den vorliegenden Analysen anzuführen.

In der Flüssigkeit eines hydropischen Ovariums fand *Scherer* eine durch Wasser und Essigsäure fällbare „Modification des *Schleimstoffs*"; einen ähnlichen Körper beobachtete ich dreimal in Hydroceleflüssigkeiten.

Im *Fruchtwasser* nach vollendeter Schwangerschaft fanden *Mack* 0,99 % und 0,91 % Extractivstoffe, *Scherer* nur 0,06 %, dagegen in dem eines fünfmonatlichen Fötus = 0,724 %.

An neutralen verseifbaren und verseiften Fetten finden wir in den Transsudaten im Ganzen nur geringe Mengen; doch scheint auch hier die Natur der Haargefässgruppe, durch welche die Transsudation erfolgt, nicht ganz ohne Einfluss zu sein; denn die Flüssigkeit der Hirnhautcapillaren, die des Pericardiums, die des Unterhautbindegewebes so wie der Humor aqueus sind sehr arm daran; indessen sind sie hier, wie in manchen pathologischen Fällen im Verhältniss zum

Albumin oft vermehrt; diess ist jedoch nur bei grosser Armuth der betreffenden Flüssigkeit an Albumin der Fall; in eiweissreicheren Transsudaten ist das Verhältniss der verseifbaren und verseiften Fette wenig anders als im Blute. Bei einer genauern Vergleichung der einzelnen Analysen stellt sich aber doch heraus, dass die Capillaren für diese Fette eine etwas grössere Penetrabilität besitzen müssen als für das Albumin; namentlich ist der Fettgehalt der festen Rückstände von fibrinösen Transsudaten immer etwas grösser als der der Intercellularflüssigkeit des Blutes; trägt derselbe doch vielleicht auch etwas zur Plasticität des Transsudats, zur Bildung von Eiterkörperchen u. s. w. bei. Eine Ausnahme von diesen Erfahrungen macht das Fruchtwasser; dieses wird namentlich in den letzten Monaten der Schwangerschaft, wo sein Albumingehalt gerade abnimmt, sehr fettreich, ja von Fettpartikeln getrübt gefunden; dieser Fettgehalt ist aber nicht das Aussonderungsproduct des Amnions, sondern rührt von der Absonderung der Talgdrüsen des Fötus, der Vernix caseosa, her. In dem Liquor amnios fanden daher *Mack*[1]) 0,125 und 0,013 % Fett, ich bei ausgetragener Frucht = 0,098 %.

Die sogenannten unverseifbaren Fette oder Lipoïde, Cholesterin und Serolin, kommen gewöhnlich in weit grösserer Menge in Transsudaten vor, als die eigentlichen Fette; vorzüglich findet sich das *Cholesterin* in abgesackten hydropischen Ausschwitzungen, öfter noch in Hydroceletranssudaten in solchen Mengen, dass diese undurchsichtige, beim Schütteln perlmutterglänzende Streifen bildende Flüssigkeiten oder einen weichen Cholesterinbrei darstellen. In der Regel sind die Transsudate und zwar die normalen keineswegs so reich an Cholesterin, dass dieses aus der gerade vorliegenden Flüssigkeit quantitativ bestimmt werden könnte; doch lässt sich aus der mikroskopischen Untersuchung der Aetherextracte selbst normaler Transsudate nach ungefährer Schätzung schliessen, dass der Cholesteringehalt der Flüssigkeit den der eigentlichen Fette wo nicht übertrifft, doch wenigstens nahezu erreicht. Ueberhaupt haben aber unter gewissen, wiewohl noch nicht genau bestimmbaren, Verhältnissen die Capillaren überhaupt die Fähigkeit, Cholesterin in grösserer Menge zu transsudiren als andere Stoffe; denn nicht etwa blos in den erwähnten Fällen abgesackter Wassersuchten finden wir Cholesterinansammlungen; die Plexus choroidei des Gehirns, welche eine so stoffarme Flüssigkeit

1) *Mack*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 218—224.

aussondern, werden nicht allzu selten mit ganzen Crusten von Cholesterinplättchen bedeckt gefunden; wie viele Analysen sind aber nicht schon mit den Transsudaten des Peritonäums oder der Pleura angestellt worden, bei denen der Gehalt an Cholesterin besonders auffallend gefunden wurde? Ja man möchte sich fast zu dem Glauben hinneigen, die Gefässwände besässen eine besondere Anziehungskraft für das Cholesterin, indem man sich besonders des atheromatösen Processes der Arterien erinnerte: wenn jene Cholesterinansammlungen sich nicht viel einfacher (wenn auch nicht vollständig) dadurch erklären lassen, dass aus der transsudirten Flüssigkeit vermittelst der Lymphgefässe oder auf andre Weise Wasser, albuminöse Stoffe und Salze leichter wieder aufgesogen werden als das Cholesterin, oder dass diesem durch partielle Aufsaugung das Lösungsmittel entzogen und es somit gezwungen werde, sich in fester Gestalt krystallinisch in der Transsudathöhle auszuscheiden.

In einer Hydroceleflüssigkeit, welche einen ziemlich consistenten Brei bildete, fand ich 3,041 % (38,202 % des festen Rückstandes) reines Cholesterin, in einer andern 1,569 %, *Simon*[1]) in einem ähnlichen Objecte 0,84 % Cholesterin mit wenig Elain und Margarin.

Serolin, welches so leicht durch seine Krystallform unter dem Mikroskope von Cholesterin und krystallisirbaren Fettsäuren zu unterscheiden ist (es bildet meist sechsseitige oder rhombische Tafeln, deren nähere krystallometrische Bestimmung in den ersten Theil gehört), findet sich neben dem Cholesterin immer in den Transsudaten, jedoch selten erheblich vermehrt.

Seit *Pettenkofer* das schöne Mittel entdeckt hat, die harzigen Säuren der Galle zu erkennen, wird es mit uns vielen, die sich mit Untersuchung krankhafter Transsudate beschäftigt haben, gelungen sein, jene Stoffe in hydropischen Flüssigkeiten nachzuweisen; es stand zu erwarten, dass diese Stoffe, wenn sie einmal im Blute vorkommen, auch in die gleichzeitigen Transsudate mit übergehen werden. So oft ich bis jetzt von Leberaffectionen bedingte hydropische Ausschwitzungen untersucht habe, wurden auch constant in dem alkoholischen, vorher mit Aether ausgezogenen Extracte und auch gewöhnlich im Aetherextracte selbst Stoffe gefunden, welche die bekannte Reaction ausgezeichnet schön und schnell gaben, so dass an

1) *Fr. Simon*, Medic. Chem. Bd. 2. S. 582.

eine Verwechslung mit Elain u. dergl. nicht zu denken war. Bei Hydrops, durch Herzkrankheiten (ohne secundäre Leberaffection) oder durch Bright'sche Krankheit bedingt, vermochte ich jedoch solche Gallenstoffe keineswegs nachzuweisen. Dagegen war es mir sehr auffallend, in zwei Fällen von Hydrocele, wo weder physikalische Exploration der betreffenden Leidenden noch die Anamnese ein bestehendes oder vorangegangenes Leberleiden ermitteln konnte, neben grossen Mengen von Cholesterin auch unzweifelhafte Spuren von harzigen Gallensäuren vorzufinden. Bis weitere Untersuchungen vorliegen werden, muss dieser Gegenstand wohl unerörtert bleiben.

Nicht ganz unerwähnt lassen kann ich, dass es mir gelang, aus dem alkoholischen Extracte des Liquor amnios mehr noch aus dem der Vernix caseosa eines ausgetragenen Kindes eine nur durch basisch essigsaures Bleioxyd fällbare Substanz zu erhalten, welche aber mit Zucker und Schwefelsäure die Pettenkofer'sche Reaction nicht gab; das Ammoniaksalz dieser Säure krystallisirte unter dem Mikroskope in breiten Blättern.

Dass auch Gallenpigment in die Transsudate und zwar in die normalen so wie in die krankhaften bei Icterus mit übergeht, ist schon längst aus der characteristischen Färbung solcher Flüssigkeiten geschlossen und später auch durch chemische Versuche ausser Zweifel gestellt worden. Merkwürdig ist aber, dass in den erwähnten zwei Fällen von Hydrocele, wo neben sehr viel Cholesterin harzige Gallensäuren gefunden wurden, sich auch Spuren von Gallenpigment vorfanden. Dessen Gegenwart war sehr leicht mit Bestimmtheit nachzuweisen, machte sich aber zuerst dadurch bemerkbar, dass, nachdem aus der Flüssigkeit durch Essigsäure ein Theil des Albumins gefällt war, beim Kochen sich nicht nur ein grünes Coagulum bildete, sondern auch die darüber befindliche Flüssigkeit ziemlich intensiv grün gefärbt erschien.

Heller hat bei Untersuchung verschiedener fauliger, eitriger, blutiger Hydroceleflüssigkeiten ähnliche Erfahrungen gemacht, dabei aber auch Harnsäure, Harnstoff, margarinsaures Natron, gallensaures Natron in Menge gefunden.

Es ist bereits Th. 1. S. 298 erwähnt worden, dass Zucker in den serösen Exsudaten bei Diabetes so gut gefunden wird, wie Gallenpigment bei Icterus. Nach der Entdeckung dieses Stoffes im normalen Blute dürfte man erwarten, dass er auch in den gewöhnlichen Transsudaten vorkomme: allein direct nachgewiesen ist er darin noch nicht, da gewöhnlich die der Untersuchung vorliegenden Mengen zu gering sind, um eine genaue Nachsuchung auf Zucker auszuführen.

In 1½ Kilogramm des Peritonäaltranssudats von einem mit Lebergranulation behafteten Säufer (einer Quantität, die zur Zuckerbestimmung recht wohl ausgereicht hätte, wenn hierin ebensoviel Zucker als im normalen Blutserum enthalten gewesen wäre) suchte ich nach diesem Stoffe vergeblich, allein nach dem, was wir über die Zuckerbildung in der Leber oben (S. 83) bemerkt haben, ist es wahrscheinlich, dass in dem Falle eines Leberleidens die Zuckererzeugung selbst beeinträchtigt wird, und demnach hier solcher nicht gefunden werden konnte.

Von dem Vorkommen des Harnstoffs in normalen und excessiven Transsudaten ist schon Th. 1. S. 171 die Rede gewesen. Da dieser Körper sich selbst im Humor aqueus so wie im Fruchtwasser vorfindet, und von *C. Schmidt*[1]) auch in der Flüssigkeit eines chronischen Wasserkopfs, mit dem kein Nierenleiden verbunden war, nachgewiesen worden ist, so dürfte wohl anzunehmen sein, dass dieser im kreisenden Blute befindliche Stoff die Wände jeder Art von Capillaren mit dem Wasser und andern leicht permeabeln Stoffen durchdringe, und dann in einer dem Gehalte der Blutflüssigkeit an Harnstoff entsprechenden Quantität in dem Transsudate gefunden werde, ja bei gestörter Function der Lymphgefässe könnte er sich wohl sogar in grösserer Menge ansammeln, da er aller Wahrscheinlichkeit nach die thierischen Häute weit leichter wie andre organische Substanzen oder wenigstens ebenso leicht wie die Alkalisalze durchdringt. In den Transsudaten bei Nierenaffection ist er also nur deshalb so häufig erkannt worden, weil er unter solchen Verhältnissen sich auch im Blute in weit grösserer und leicht nachweisbarer Menge ansammelt.

Marchand[2]) fand einmal in dem Bauchfelltranssudate einer Frau, welches 4,78 % fester Bestandtheile enthielt, 0,42 % Harnstoff.

Da sich in den Ausschwitzungen der Capillaren Harnstoff oft in so grossen Mengen vorfindet, so dürfte man wohl erwarten, dass sich auch andre im Blute nachgewiesene oder noch nicht nachgewiesene Producte der retrograden Stoffmetamorphose, z. B. Hippursäure, Kreatin, Harnsäure u. s. w. vorfinden, allein diese und ähnliche Stoffe sind wenigstens noch nicht mit Sicherheit durch irgend einen Analytiker aufgefunden worden. Dass im Fruchtwasser Kreatin vorkomme, ist durch *Scherer's* Untersuchung, der durch Chlorzink einen krystallisirbaren, der Kreatinverbindung *Pettenkofer's* sehr ähnlichen, Körper darstellte, mehr als wahrscheinlich geworden.

---

1) *C. Schmidt*, Characteristik u. s. w. S. 124.
2) *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 11. S. 458.

Ausser den fettsauren Alkalien enthalten die Transsudate noch andre organisch saure Salze; das Alkali ist in denselben zwar hauptsächlich an Albumin gebunden, allein wir finden, wie erwähnt, in der transsudirten Flüssigkeit zuweilen gar kein Natronalbuminat und doch ist die Asche reich an kohlensauren Salzen; ja selbst in jedem Transsudate, wenn es auch nur jenes Alkalialbuminat enthielte, sind noch andre organisch saure Alkaliverbindungen enthalten, und zwar solche, die in Spiritus leicht löslich sind und dem alkoholischen Extracte stark hygroskopische Eigenschaften ertheilen. Hat man auch das spirituöse Extract von Fett und Fettsäuren durch Aussalzen u. s. w. möglichst befreit, so erhält man doch beim Einäschern immer Carbonate. Welches aber die Säure ist und ob es mehrere sind, hat sich bei den geringen Mengen, in welchen sie sich im Transsudate und selbst in dessen festem Rückstande befindet, noch nicht bestimmen lassen. Man wird nicht abgeneigt sein, diese an Alkali gebundene Säure vorläufig für Milchsäure gelten zu lassen, da diese Säure aus den Muskeln jedenfalls ins Blut übergehen muss und auch von der Verdauung her dem Blute zugeführt wird; mit jenen Circulationsstörungen, durch welche excessive Transsudationen bedingt werden, ist gewöhnlich auch ein verminderter Gasaustausch in den Lungen und demzufolge eine minder regelmässige Oxydation der zu verbrennenden Blutbestandtheile verbunden; es ist daher wohl denkbar, dass milchsaure Alkalien in solchen Zuständen in grössrer Menge die Capillaren durchdringen, und dass die absolute und relative Vermehrung des alkoholischen Extracts ebensowohl als dessen Asche im Transsudate im Verhältniss zu der im Blutserum von dem reichlichern Gehalt an milchsauren Salzen herrührt. Wird das Blut, wie *Scherer*[1]) in manchen Formen des Puerperalfiebers gefunden hat, sauer, so ist es sehr natürlich, dass auch die Transsudate freie Säure enthielten; in diesen Fällen hat sich *Scherer* durch directe Analyse von der Anwesenheit der Milchsäure überzeugt. In einem solchen Transsudate fand derselbe 0,105% freies Milchsäurehydrat.

Wahrhafte Transsudate, die, ohne dass im Blute bereits freie Säure enthalten sei, giebt es wohl nicht; denn erstens ist es unwahrscheinlich, dass die Häute der Capillaren während des Actes einfacher Transsudation die Fähigkeit besitzen sollten, Salze des Blutes in Säure und Base zu zerlegen und nur die erstere durch sich hindurchtreten

1) *Scherer*, Untersuch. z. Pathologie. S. 147—194.

zu lassen; eine nachträgliche Entwicklung freier Säure im einfachen *Transsudate* scheint aber auch nicht vorzukommen; nur wenn Eiterbildung und ähnliche Processe in *Exsudaten* statt haben, ist eine saure Reaction der Flüssigkeit und zwar meist in Folge von Fettgährung beobachtet worden.

Simon[1]) hat einmal eine Pemphigusflüssigkeit untersucht, welche stark sauer reagirte; er hielt die freie Säure für Essigsäure, da sie flüchtig zu sein schien; diess ist aber ohne Zweifel ein ungewöhnlicher Zustand gewesen; das Fett kann in diesem Falle, wie auch im gewöhnlichen Eiter, in Buttersäuregährung übergegangen sein; denn alle vesiculären Eruptionen auf der Haut, seien sie künstlich durch blasenziehende Mittel erzeugt, oder die natürlichen krankhaften Erscheinungen von *Pemphigus*, *Herpes* oder *Eczema*, reagiren alkalisch und enthalten Albumin (wie schon *Andral*[2]) beobachtet hat); sie gehören den einfachen Transsudaten an. Nur der blasige Ausbruch auf der Haut, welchen man *Sudamina* nennt, zeigt constant saure Reaction; er entsteht aber auch nicht, wie die andern blasigen Hautausschläge, in Folge localer Congestion; der Inhalt der Sudaminabläschen enthält kein Eiweiss und ist daher nicht den Transsudaten beizuzählen. Auf die Ursache seiner sauren Reaction kommen wir beim Schweisse zurück.

Heintz[3]) hat in der Flüssigkeit von Echinococcusbälgen eine unzersetzt sublimirbare, krystallinische organische Säure gefunden, die sehr viel Aehnlichkeit mit Bernsteinsäure besitzt; da *Dessaigne*[4]) nachgewiesen hat, dass aus Buttersäure durch Oxydation Bernsteinsäure erzeugt werden kann, so würde das Vorkommen letztrer Säure im thierischen Organismus nichts auffallendes mehr haben.

Dass die löslichen Mineralsalze aus dem Blute durch die Capillarwände in grösserer Menge transsudiren, als irgend ein organischer Stoff ist bereits in dem Obigen vielfach angedeutet worden; indessen lässt sich aus fast allen guten Analysen solcher Exsudate, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind, folgendes als constatirt ansehen: Wasser transsudirt in jedem Falle in grösster Menge; die fibrinösen Transsudate, welche der Blutflüssigkeit rücksichtlich ihres Gehaltes an festen Bestandtheilen am nächsten stehen, enthalten gleichwohl constant etwas *weniger Salze, als das Blutplasma;* während in letzterem durchschnittlich etwa 0,85 % Mineralstoffe enthalten sind, finden wir in fibrinösen Transsudaten meist 0,73 bis 0,82 % Salze. Anders stellt sich dagegen das Verhältniss der Salze in den eigent-

1) *Fz. Simon*, Med. Chem. Bd. 2. S. 579.
2) *Andral*, Compt. rend. T. 26. p. 650—657.
3) *Heintz*, Jenaische Ann. d. Physiol. u. Med. Bd. 1. S. 180—191.
4) *Dessaigne*, Compt. rend. T. 30. p. 50.

lichen hydropischen Ansammlungen heraus; in diesen sehen wir den Salzgehalt der Flüssigkeit oft das Normalmittel des Salzgehaltes gesunden Blutserums erreichen, ja zuweilen steigt die Zahl desselben auf 0,86 bis 0,95%; indessen auch hier bleibt die Regel gültig, dass das Transsudat etwas weniger Salze enthält, als die entsprechende Blutflüssigkeit; denn das Blut ist bei Hydrops immer reicher an Salzen, wie wir oben S. 242 gesehen haben. Je salzreicher das hydropische Blut ist, desto salzreicher das Transsudat; immer enthält aber das letztere einen Bruchtheil weniger Salze, als das erstere. Diesen Satz kann man durch eine sorgfältige Vergleichung aller bis jetzt vorliegenden Analysen bestätigt finden; er ist aber erst durch die sorgfältigen Untersuchungen *Schmidt's* zur Gewissheit erhoben worden, so dass man ihn als Gesetz betrachten könnte, wenn er durch eine generelle Formel ausdrückbar wäre. *Schmidt* hat aber ferner gezeigt, dass diese Regel eine Ausnahme erleidet, wenn gleichzeitig mit der Transsudation nach innen eine Absonderung von Albumin nach aussen statt findet, also z. B. bei gleichzeitiger Albuminurie; dann transsudirt nach innen (wenigstens durch die Capillaren des Bauchfells) eine grössere Menge Salz und weit weniger Albumin als ohne den Eiweissverlust nach aussen; daher in solchen Fällen die Zahl der Mineralsalze oft die der organischen Stoffe erreichen, ja übertreffen kann.

Eine ähnliche Bewandtniss, wie mit dem Salzgehalte der Transsudate bei gleichzeitiger Albuminurie, mag es mit dem Salzgehalte des Fruchtwassers haben; in letzterem finden sich im fünften Monate der Schwangerschaft nach *Scherer* 0,925% Salze neben 0,767% Albumin; hier geht das Albumin nicht verloren, sondern wird anderweit verwendet und daher die erhebliche, ungewöhnliche Zunahme der Salze im Amniontranssudate; zu Ende der Schwangerschaft ist das Verhältniss des Albumins zu den Salzen noch ungünstiger; in diesen Fällen fand man neben 0,92% Salzen nur 0,37% Albumin und *Scherer* neben 0,706% gar nur 0,082%.

Ganz eigenthümlich gestalten sich die Verhältnisse der Salze in den Darmcapillartranssudaten beim Choleraprocesse oder bei Diarrhöen nach drastischen Abführmitteln; in solchen Transsudaten übersteigt die Menge der Salze die des Albumins um das fünf- ja um das siebenfache; zugleich sind diese Ausscheidungen reicher an Wasser als die irgend einer andern Art; die Blutmischung steht hier nicht wie bei den hydropischen Ausschwitzungen in ziemlich directer Proportion zu der des Transsudats, sondern geradezu in umgekehrtem Verhältnisse, d. h. es wird ärmer an Wasser, ärmer an Salzen und weit

reicher an Albumin gefunden (vergl. Choleradejectionen S. 143 und Cholerablut S. 254).

Was die Art der Salze in den Transsudaten betrifft, so ist diese vollkommen dieselbe wie die der Intercellularflüssigkeit; rücksichtlich ihres gegenseitigen quantitativen Verhältnisses sind kaum Unterschiede im Transsudate von dem des Blutserums wahrzunehmen; wie in diesem sind die Chlorverbindungen bedeutend überwiegend über die Phosphate, Sulphate und Carbonate, die Natronverbindungen aber über die Kalisalze. Eine für die Physiologie der Absonderung höchst wichtige Ausnahme von der eben erwähnten Regel hat *C. Schmidt* in der Constitution der Salze gefunden, welche in der Flüssigkeit der Hirnhöhlen (dem Transsudate der Choroidalplexus) vorkommen. Während das Transsudat der Hirnhäute (Pia mater und Arachnoidea) die Salze vollkommen in demselben Verhältnisse enthält, wie die Ausscheidungen andrer seröser Membranen, sind hier weit mehr Kaliumverbindungen und Phosphate in den Mineralbestandtheilen enthalten, so dass die Proportion des Kaliums zum Natrium und die der Phosphate zu den Chloriden sich mehr der der in den Blutzellen enthaltenen Salze nähert. Während (nach *Schmidt*) in den Salzen des peripherischen Hirncapillartranssudats auf 2,8% Kalium 40,0% Natrium kommen (ein dem der Salze des Blutserums fast völlig entsprechendes Verhältniss), sind in den Salzen der Transsudate der Choroidalplexus auf 100 Th. durchschnittlich neben 17,8% Kalium nur 27,2% Natrium enthalten. Ebenso nähert sich die Constitution des centralen Hirncapillartransudats rücksichtlich der Chlorverbindungen und Phosphate der der Blutzellen; während in 100 Th. Salzen des Blutserums 5,6 Th. Phosphorsäure neben 45,2 Th. Chlor enthalten sind, fand *Schmidt* in den Salzen bei centralem Hydrocephalus 8,9% Phosphorsäure und 37,6% Chlor. Die Cerebrospinalflüssigkeit ist also nicht als reines *Transsudat* oder Filtrat der Blutflüssigkeit zu betrachten, sondern zeigt sich als eigenthümliches *Secret*, an dessen Bildung die Blutkörperchen der Constitution ihrer Salze nach sich wesentlich za betheiligen scheinen.

Dass übrigens kohlensaure Salze auch in den normalen alkalischen Transsudaten nicht fehlen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man frische, durch Paracentese gewonnene, Flüssigkeiten im Vacuum möglichst gasfrei macht, dann ohne Luftzutritt Essigsäure zufliessen lässt und durch Evacuiren ebensowohl wie durch Wasserstoffgas die freigemachte aber vom Serum absorbirt gehaltene Kohlensäure austreibt und auf bekannte Weise bestimmt,

kurz das Verfahren anwendet, welches ich[1]) zur Bestimmung der gebundenen Kohlensäure des Blutes einschlug.

Während des Choleraprocesses und nach Anwendung drastischer Abführmittel weicht auch die Constitution der Salze in den Transsudaten, d. h. in den Darmdejectionen wesentlich von der in gewöhnlichen Ausschwitzungen ab; hier herrschen nach den feinen Untersuchungen *Schmidt's* die Chlor- und Natriumverbindungen noch weit mehr über die Phosphate und Kaliumverbindungen vor, als in den gewöhnlichen Transsudaten. Dagegen pflegen andere den Choleraprocess begleitende Transsudate gerade das entgegengesetzte Verhältniss zu den gewöhnlichen serösen Ausschwitzungen zu zeigen; während sonst z. B. die normale so wie die excessive Hirncapillartranssudation wenig feste Stoffe enthält und unter diesen die Mineralstoffe um das $2\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{4}$fache über die organischen überwiegend sind, findet man bei der Cholera die Hirntranssudate nicht nur weit reicher an festen Bestandtheilen, sondern unter diesen sogar mehr organische als mineralische Stoffe; unter letzteren prävaliren aber die Natrium- und Chlorverbindungen weit weniger, als in gewöhnlichen Transsudaten, ja die Kaliumverbindungen und Phosphate müssen um so mehr vorherrschen, da das Choleraserum weit mehr von diesen Verbindungen enthält, als normales Serum. Leider hat *Schmidt* eine genauere Analyse der Salze der Cerebrospinalflüssigkeit in der Cholera nicht anstellen können, um noch durch Zahlenresultate das Ueberwiegen der Phosphate und des Chlorkaliums in diesem Transsudate belegen zu können.

Ammoniaksalze sind in normalen und frischen (durch Paracentese gewonnenen) Transsudaten nicht nachweissbar (vergl. Th. 1. S. 461); wenn man solche gefunden zu haben glaubt, so beruht diess auf den früher erwähnten Irrungen; selbst in mehrern Secreten der Tunica vaginalis testiculi propria von altem Datum vermochte ich Ammoniak nicht mit Sicherheit zu erkennen. Wenn man freilich, wie es geschehen, die Analyse bereits in Fäulniss übergegangener Objecte der Mühe für werth hält, wird man immer Ammoniak finden; dagegen muss man nothwendiger Weise in den Darmtranssudaten immer Ammoniak finden, da im Darme die Zersetzung solcher Substanzen so ausserordentlich rapid vor sich geht, dass man von deren Untersuchung ganz abstehen müsste, wollte man diese nur im reinsten, nativen Zustande untersuchen. Ammoniak muss aber gefunden werden und

1) *Lehmann,* Berichte d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. 1. S. 96—100.

ist namentlich auch von *Schmidt* in allen den Transsudaten gefunden worden, welche aus einem ammoniakhaltigen oder wenigstens harnstoffreichen Blute (vergl. oben S. 254) entspringen, daher nicht selten in hydropischen Exsudaten bei Albuminurie.

Dass endlich die Transsudate wie alle thierischen Flüssigkeiten auch freie Gase enthalten, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man mit der Luftpumpe einen einfachen Gasapparat in Verbindung setzt. Kohlensäure ist auch in dem Gasgemenge der Transsudate überwiegend, jedoch Sauerstoff und Stickstoff mit Sicherheit nachzuweisen. Nach allerdings nur ungefähren Bestimmungen erhielt ich aus frischen durch Paracentese entleerten Transsudaten durchschnittlich weniger Gase und unter diesen immer relativ mehr Kohlensäure, als aus frischem Blutserum von solchen, denen nur sogenannter Plethora wegen das Blut entzogen worden war.

Der Apparat, dessen ich mich für diese oberflächliche Untersuchung bediene, ist ungefähr folgendermassen construirt: zwei Flaschen sind mittelst Glasröhren und Korken mit einander verbunden; in die untere wird die zu untersuchende Flüssigkeit gebracht, in die obere reines Mandel- oder Olivenöl; die letztere ist zweihalsig; aus deren Seitentubulus geht eine mit Oel erfüllte Glasröhre bis auf den mit Oel bedeckten Boden einer dritten Flasche; letztere wird mit der Luftpumpe in Verbindung gesetzt. Wird jetzt evacuirt, so steigen die aus dem Blute sich entwickelnden Gas- und Wasserdampfblasen in die obere (umgekehrt über der unten stehenden) Flasche, verdrängen das Oel durch die Communicationsröhre in die dritte Flasche u. s. w., lässt man wieder Luft zu letzterer Flasche treten, so wird das Oel nur zum Theil in die obere Flasche zurückgedrängt; der Raum des in dieser befindlichen Gases wird sich vermindern bis auf das dem äussern Luftdrucke entsprechende Volumen; da es an der Wiederaufsaugung von Seiten der wässrigen Flüssigkeit in der untern Flasche durch das Oel verhindert ist, so kann man sich wenigstens von dem ungefähren Gehalte solcher Flüssigkeiten an Gasen unterrichten.

Eines besondern Nachweises der verschiedenen Wege, die zur qualitativen und quantitativen Analyse der Transsudate eingeschlagen werden können, bedarf es an diesem Orte wohl nicht, da hier dieselben Regeln gelten, die wir unter der „Analyse des Bluts“ und unter den thierischen Substanzen in den betreffenden Abschnitten näher bezeichnet haben. Nur darauf dürfte noch aufmerksam zu machen erlaubt sein, dass hier, wie eigentlich bei jeder Untersuchung einer thierischen Flüssigkeit, die mikroskopische Analyse der chemischen vorangehen muss. Die Gegenwart von Blutkörperchen dürfte z. B. schon die Qualification des Objectes als reines Transsudat aufheben; soll nicht eine ganz beziehungslose Analyse des Objects ohne alle Berück-

sichtigung gewisser (oben zum Theil berührter) einheitlicher Momente vorgenommen werden, so kann die Untersuchung nicht zu einem wissenschaftlichen Resultate führen; denn ist das Object nicht rein, so wird auch das Ergebniss des Versuchs kein reinliches sein können. In ähnlichem Falle würde man sich befinden, wenn Vibrionen und dergl. die Fäulniss begleitende Bildungen vorgefunden würden. Ist nichts von allem diesen zu bemerken, so wird man häufig Zellen im Transsudate antreffen, welche Lymphkörperchen oder Eiterzellen gleichen. Diese sind hier ebensowenig als jene, welche Schleimhäuten entsprossen sind, ohne Weiteres für Eiterkörperchen zu halten; nur wenn eigentlicher Eiter vorhanden ist (was allerdings im speciellen Falle oft sehr schwer zu entscheiden), darf das Object nicht als reines Transsudat betrachtet werden. In fibrinfreien Transsudaten sind natürlich die im Transsudat suspendirten Stoffe: Fett, Epithelialzellen, jene embryonalen Zellen und ähnliche Körper durch Filtration von der Flüssigkeit (so viel als diess durch Filtriren eben möglich ist) zu trennen; findet sich dagegen geronnener Faserstoff vor, so ist dessen absolute Menge durchaus nicht genau zu bestimmen; durch mikroskopische Untersuchung hat man sich darüber zu unterrichten, ob mehr oder weniger morphologische Elemente ihm beigemengt sind, und diesen Umstand natürlich bei der Schätzung der im Transsudate enthaltenen Faserstoffmenge zu berücksichtigen.

Die Mengenverhältnisse, in denen die verschiedenen Transsudate im normalen oder excessiven Zustande aus dem Blute austreten, sind so verschieden, dass sich selbst für jede einzelne Haargefässgruppe nichts Allgemeines feststellen lässt. Wichtig werden sie aber im höchsten Grade für die Betrachtung des mechanischen wie des chemischen Stoffwechsels im gesunden und kranken Thierkörper; aber auch dort gewinnt das Grössenverhältniss der Transsudate nur ein Interesse, indem die Einzelfälle nur zu speciellen Beziehungen verwendet und darnach zur Aufstellung allgemeinerer Gesichtspunkte verwerthet werden können.

Da wir die Genesis der Transsudate, so weit sie vor Betrachtung des allgemeinen thierischen Stoffwechsels hier uns angeht, in dem Obigen schon sattsam berücksichtigt haben, so würde uns nur noch übrig bleiben, den physiologischen Werth der normalen Transsudate und den Nutzen der abnormen für den Ablauf pathologischer Processe (als nach innen geworfene Krisen u. dergl.) in Be-

tracht zu ziehen, wenn nicht die Zwecke jener der rein physikalischen Physiologie angehörten und die der letztern gänzlich ausser dem Kreise naturwissenschaftlicher Anschauungen lägen.

Milch.

Dieses nur den Säugethieren eigenthümliche Drüsensecret ist gewöhnlich weiss, oft auch bläulich weiss, seltner etwas gelblich gefärbt, undurchsichtig, ohne Geruch, von schwach süsslichem, etwas fadem Geschmacke und alkalischer Reaction; das specifische Gewicht schwankt nach *Scherer*[1]) zwischen 1,018 und 1,045, ist aber bei der Frauenmilch nach *Simon* durchschnittlich 1,032.

Jedem ist bekannt, dass die Milch, wenn sie einige Zeit in Ruhe stehen gelassen wird, auf ihrer Oberfläche eine dicke, fettreiche gelblich-weisse Schicht, den sg. Rahm, abscheidet, während die darunter befindliche Flüssigkeit ärmer an Fett und deshalb natürlich specifisch schwerer, als die frische Milch, und von bläulich weisser Farbe ist. Wenn man die Milch bei nicht allzu niedriger Temperatur stehen lässt, so fängt sie allmählig an, saure Reaction zu zeigen, bleibt aber noch einige Zeit dünnflüssig, zumal wenn sie öfter aufgekocht wird; geschieht das letztere nicht, und ist die Temperatur etwas über der normalen und in der Atmosphäre grössere electrische Spannung, so vermehrt sich die Säure bis zu dem Grade, dass das Casein der Milch präcipitirt wird, d. h. die Milch gerinnt, wird dick, verwandelt sich in einen mässig dicken Brei. Künstlich gerinnt die Milch durch Kälberlab bei saurer so gut wie bei alkalischer Reaction (vergl. Th. 1. S. 384). Bei scharfem Eindampfen bildet die Milch eine dichte weisse Haut auf ihrer Oberfläche.

Ueber die Gewinnungsweise der Thiermilch etwas zu sagen, würde überflüssig sein; dagegen hält es oft sehr schwer, sich von stillenden Frauen Milch in einiger Menge zu verschaffen; auch rücksichtlich dieser schweigen wir von den gewöhnlichen jedem Arzte bekannten Manipulationen und Mitteln, Frauenmilch aus den Brüsten in einer für die physikalische Untersuchung hinreichenden Menge zu er-

1) *Scherer*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 449—475.

halten. Die besondern Apparate, deren man sich zu diesem Zwecke bedient hat, beruhen fast alle auf dem Principe der Luftverdünnung oder des Saugens, keiner derselben scheint aber seinem Zwecke so vollkommen zu entsprechen, als der neuerdings von *M. Lamperierre*[1]) angegebene.

Dieser Apparat besteht aus einem künstlich aus Caoutchouk nachgeahmten Munde mit Lippen, Zahnfleisch und elastischen Mundwänden; letztre sind mit dem kurz abgeschnittenen Halse einer kleinen tubulirten Retorte verbunden, in deren Tubulus eine Glasröhre eingefügt ist, an welcher nöthigenfalls von der Stillenden selbst oder mittelst einer kleinen Luftpumpe das Saugen vollführt werden kann.

Bei der mikroskopischen Untersuchung stellt sich die frische Milch als eine klare Flüssigkeit dar, in welcher gleich wie in einer Emulsion Fettkügelchen, die sogenannten Milchkügelchen, suspendirt sind.

Die *Grösse der Milchkügelchen* ist sehr verschieden; die meisten messen im Durchmesser 0,0012 bis 0,0018‴; selten findet man einzelne in ganz frischer Milch, deren Diameter 0,0038‴ erreicht, doch sollen nach *Henle* auch solche von 0,014‴, ja nach *Raspail* und *Donné* sogar von 0,044‴ vorkommen.

Durch das Mikroskop allein, d. h. ohne Mithülfe chemischer Mittel, ist an diesen Kügelchen durchaus keine *Hüllenmembran* zu erkennen; deren Existenz kann aber sehr leicht hauptsächlich auf zweierlei Weise ausser allen Zweifel gesetzt werden. Die eine Methode ist von *Henle*[2]) angegeben worden und besteht in der Anwendung verdünnter Essigsäure und gleichzeitiger Beobachtung der angesäuerten Milch unter dem Mikroskop. Die Milchkügelchen erleiden dann solche Formveränderungen, welche sie, wären sie blosse Fettbläschen, durchaus nicht zeigen könnten; sie werden nämlich vielfach verzerrt, einige wie geschwänzt, andre biscuitförmig; an den meisten tritt aber ein kleines Tröpfchen hervor, welches fast wie ein Kern des grössern erscheint; dieses wird bald durch ein andres kleines Fettbläschen, welches aus dem Milchkügelchen austritt, verdrängt, und legt sich entweder an das grössere Kügelchen an, oder wird nur vorgeschoben, dass das so veränderte Milchkügelchen einem im Wachsthum begriffenen Gährungspilze entfernt ähnlich ist. Bei Anwendung minder verdünnter Essigsäure fliessen die Milchkügelchen zusammen. Besser noch kann man sich

1) *M. Lamperierre*, Compt. rend. T. 30. p. 219.
2) *Henle*, Allg. Anat. S. 942.

nach *E. Mitscherlich's*[1]) Verfahren, welches wir im 1. Th. S. 394 ausführlich beschrieben haben, von der Gegenwart einer Haut um die Milchbläschen überzeugen.

Zuweilen kommen in der Milch noch morphologische Elemente vor, die man wegen ihrer steten Gegenwart im Colostrum (der ersten Milch nach dem Gebären) *Colostrumkörperchen* oder *Corps granuleux* genannt hat. Diese bilden unregelmässige Conglomerate sehr kleiner Fettbläschen, welche durch eine amorphe, etwas granulöse Substanz zusammengehalten werden; sie sind nach *Henle* von 0,0063 bis 0,0232‴ Durchmesser, die meisten durchschnittlich 0,0111‴. Durch Aether werden die Fettkörnchen derselben weit leichter als die der Milchkügelchen aufgelöst, durch Essigsäure und Kali wird die granulöse Zwischensubstanz aufgelöst und die Fettbläschen zerstreut; durch Jodwasser werden die Colostrumkörperchen intensiv gelb gefärbt. Es kann also kein Zweifel sein, dass diese Molecüle nichts weiter sind, als sehr kleine, in eine albuminöse Substanz eingebettete Fettbläschen; ein Kern und eine Hüllenmembran sind nicht nachzuweisen.

Gewöhnlich pflegen diese Molecüle am dritten und vierten Tage nach der Geburt zu verschwinden, indessen hat man sie bei ganz gesunden Stillenden noch am 20. Tage gefunden. In der Regel treten aber diese Körperchen alsbald wieder auf, sobald dem Wochenbette sich irgend eine Krankheit zugesellt oder eine Stillende von irgend einer acuten Affection befallen wird.

So oft ich die Milch von Wöchnerinnen oder Ammen untersuchte, die von einer acuten Krankheit: Entzündungen, acuten Exanthemen, Typhus u. dergl. befallen wurden, fand ich Colostrumkörperchen, neben diesen aber auch wahre Körnchenzellen mit mikroskopisch und chemisch nachweisbarer Hüllenmembran und oft auch darstellbarem Kern; indessen waren auch in solchen „Entzündungskugeln" die Körnchen ziemlich gross, durchsichtig und fettreich, ähnlich denen, welche so gewöhnlich in den grauschwärzlichen Sputis inveterirten Katarrhs (bei Emphysem alter Leute) beobachtet werden.

Epithelialzellen und Schleimkörperchen sind nur zufällige Beimengungen der Milch und werden daher öfter bei localen krankhaften Affectionen gefunden, als im normalen Zustande.

Faserstoffgerinnsel kommen nur bei Blutgehalt der Milch vor.

Blutkörperchen sind selten in der Milch gefunden worden, mengen sich derselben auch gewöhnlich nur bei Erosionen der Warzen u. dergl. bei.

1) *Mitscherlich*, Göschen's Jahresber. Bd. 2. S. 19.

Zuweilen finden sich in der Milch der Kühe Infusorien oder niedere Pflanzen, besonders ist dies in der sg. *blauen Milch* der Fall. *J. Fuchs*[1]) leitet die Färbung der Milch von einem Infusorium ab, welches er Vibrio cyanogeneus nennt, *Bailleul*[2]) dagegen von einem Byssus.

Meine Erfahrungen über diesen Gegenstand beziehen sich blos auf die gewöhnliche Art von Blauwerden der Milch; diese wird frisch ganz farblos, weiss gemolken, und nimmt ihren eigenthümlichen Charakter erst während des Rahmens an; es bilden sich nämlich auf dem Rahme anfangs kaum eine halbe Linie tief blassblaue Flecken, die inselartig von einander abgegrenzt sind; dazwischen bleibt weisser Rahm; diese Flecken werden dunkler und vergrössern sich allmälig nach unten und nach den Seiten, so dass sie zusammenfliessen; die vom Rahm getrennten Molken sind farblos; in dem blauen Rahme sind stäbchenförmige, ungefärbte Vibrionen zu erkennen, wie sie *Fuchs* beschrieben hat; nur ein einziges Mal fand ich eine deutliche Byssusbildung.

Was die chemischen Bestandtheile der Milch betrifft, so sind die wichtigsten derselben uns bereits aus der Lehre von den organischen Substraten bekannt. Dies gilt hauptsächlich vom Caseïn und Milchzucker; nicht blos ihre chemischen Eigenschaften, sondern auch ihr Vorkommen in variabeln Mengen unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Bedingungen ist dort bereits ausführlich behandelt worden (vergl. Th. 1. S. 305 und 393). Dagegen verdient der dritte organische Bestandtheil der Milch noch unsre besondre Aufmerksamkeit, nämlich das Fett oder die Butter. Die Fette der Frauenmilch sind noch keiner genaueren qualitativen Analyse unterworfen worden; dagegen haben *Chevreul*[3]) und neuerdings *Bromeis*[4]) und *Lerch*[5]) die Butter der Kuhmilch sorgfältig untersucht. Das reine Milchfett ist fast farblos, höchstens schwach gelblich, geschmolzen erstarrt es bei + 26,5° und steigert durch den Uebergang in den festen Zustand seine Temperatur auf + 32°; bekanntlich wird es über + 18° weich und schmierig; ein Theil dieses Fettes löst sich in 28,9 Th. siedenden Alkohols von 0,822 spec. Gew. auf. An der Luft wird es leicht ranzig und bildet flüchtige Fettsäuren; daher es selbst in ziemlich frischem Zustande feuchtes Lackmus etwas röthet; es ist übrigens vollständig verseifbar und liefert neben Glycerin Margarin-

1) *J. Fuchs*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2. S. 470.
2) *Bailleul*, Compt. rend. T. 17. p. 1138.
3) *Chevreul*, Recherches sur les corps gras. Paris 1822.
4) *Bromeis*, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 42. S. 46 ff.
5) *Udo Lerch*, ebendas. Bd. 49. S. 212 ff.

säure, Oelsäure, Caprinsäure, Caprylsäure, Capronsäure und Buttersäure oder anstatt der beiden letztgenannten Säuren Vaccinsäure (vergl. Th. 1. S. 60—75). *Bromeis* berechnet nach der Menge der erhaltenen Säuren die Zusammensetzung der Butter = 68% Margarin, 30% Elaïn und 2% specifisches Butterfett; diese Berechnung gibt jedoch nur einen ungefähren Maassstab für die Zusammensetzung des Milchfettes, da seine Bestandtheile unter verschiedenen physiologischen Verhältnissen ziemlich variabel zu sein scheinen.

Der Gehalt der Milch an Fett ist sehr variabel. *Simon*[1]) fand in der *Frauenmilch* 2,53 bis 3,88% Butter; *Clemm*[2]) und *Scherer* am 4. Tage nach der Geburt 4,297%, am 9. Tage 3,532, am 12. Tage 3,345%, *Chevallier* und *Henry*[3]) 3,55%, *Haidlen*[4]) 3,4 und 1,3%. In der Kuhmilch fanden *Simon* 3,80 bis 5,10%, *Herberger* 3,89 und 3,75%, *Chevallier* und *Henry* 3,13%, *Boussingault*[5]) 3,90%, *Playfair*[6]) im Mittel von 9 Beobachtungen in der Milch einer und derselben Kuh = 4,90%, *Poggiale*[7]) im Mittel von 10 Analysen 4,38%; in der *Stutenmilch Clemm* 6,952%, in der *Eselsmilch Simon* 1,21, *Peligot* 1,29%, in der *Schaafmilch Chevallier* und *Henry* 4,20%, in der *Ziegenmilch Payen*[8]) 4,08, *Chevallier* und *Henry* 3,32 und *Clemm* 4,251%, *Schlossberger*[9]) in der eines Bocks 2,65%, in der *Hundemilch Simon* anfangs 16,2, später 13,3, *Dumas*[10]) 7,32 bis 12,40%, *Bensch*[11]) 10,75 und 10,95%.

Im *Colostrum* der Frauen wurden an Butterfett gefunden von *Simon* 5,00%, in dem der Kuh von demselben sowie auch von *Boussingault* übereinstimmend 2,6%, von *Chevallier* und *Henry* in dem der Eselin 5,0%, in dem der Ziege 5,2%.

L'Heritier fand bei einer vergleichenden Untersuchung zweier stillenden Frauen von 22 Jahren, dass die Milch der Brünetten reicher

---

1) *Simon*, die Frauenmilch u. s. w. Berlin 1838.
2) *Clemm*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2. S. 464.
3) *A. Chevallier* und *O. Henry*, Journ. de Pharm. T. 25. p. 333 u. 401.
4) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 45. S. 273.
5) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 8. p. 98.
6) *Playfair*, Lond. Edinb. and Dublin philosoph Mag. 1830. Octbr. p. 281.
7) *Poggiale*, Compt. rend. T. 18. p. 505—507.
8) *Payen*, Ann. de Chim. et de Phys. 1839. p. 144.
9) *Schlossberger*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 51. S. 431.
10) *Dumas*, Compt. rend. T. 21. p. 708–717.
11) *Bensch*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 61. S. 221—227.

an Fett sei (= 6,48 und 5,63% enthaltend) als die der blonden (= 3,55 und 4,05). Weitere Untersuchungen müssen erst noch diese Erfahrung bestätigen, die um so auffälliger ist, als auch die übrigen organischen Bestandtheile sich in der Milch der Brünetten erheblich vermehrt fanden.

L'Heritier[1]) fand an Caseïn in der Milch der Brünetten 1,62 und 1,70% Casein und 7,12 bis 7,00% Milchzucker, dagegen in der der Blonden 1,00 und 9,5% Caseïn und 5,85 bis 6,40% Milchzucker.

Eine auffallende, aber durch *Peligot* und neuerdings durch *Reiset*[2]) constatirte Erfahrung ist, dass die beim Melken oder künstlichen Saugen zuletzt auslaufende Milch bei übrigens gleicher Zusammensetzung immer viel fettreicher gefunden wird, als die zuerst auslaufende. Man glaubte aus der anfangs nur am Esel und der Kuh gemachten Erfahrung schliessen zu dürfen, dass in den Milchdrüsen schon die Milch sich gewissermassen abrahme, indem im untern Theile der Euter sich die wässrigere, fettärmere Milch ansammle: allein da *Reiset* dieselbe Erfahrung auch an der Frauenmilch, die in fractionirten Mengen aus der Brust einer Frau gezogen wurde, gemacht hat, so muss der Grund wohl in etwas anderem als in dem gemuthmassten einfachen mechanischen Verhältnisse zu suchen sein.

Peligot fand in dem ersten Drittel der Milch einer Eselin 6,45, in dem zweiten 6,48 und in dem zuletzt ausfliessenden 6,50% Butter. *Reiset* fand in der Milch zweier Kühe ganz dasselbe Verhältniss, jedoch nur, wenn zwischen den zwei Zeitpunkten, wo gemolken worden war, wenigstens 4 Stunden verflossen waren; wurde von 2 zu 2 Stunden gemolken, so zeigte sich kein Unterschied in den verschiedenen Portionen einer Melkung. Wenn die Gesammtmilch einer Kuh 4,5% Fett enthielt, so gab der letzte Theil der durch fractionirtes Melken erhaltenen Milch 7,63, 7,53 und 8,4% Butter. Die Milch einer 27jährigen Amme gab (7 Monate nach der Niederkunft) nach dem Saugen des Kindes mehr Fett (durchschnittlich = 5,54%) als vor dem Säugen desselben (durchschnittlich = 3,24%).

Nach *Simon's* Untersuchungen bleibt sich die Menge des Fettgehalts der Frauenmilch während der ganzen *Dauer des Säugens* ziemlich gleich.

Die Menge des Fettes der Milch ist zum Theil wenigstens von der *Natur der verzehrten Nahrungsmittel* abhängig. *Boussingault*[3]) fand, dass Fütterung der Kühe mit Mohrrüben ohne Blätter eine 1,25% Fett enthaltende Milch lieferte, Fütterung mit Hafer und Luzerne aber

1) *L'Héritier*, Traité de Chimie pathologique. Paris 1842. p. 638.
2) *Reiset*, Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 25. p. 82—85.
3) *Boussingault* und *Le Bel*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 11. p. 433.

nur solche, welche 1,4% Butter gab. *Playfair* glaubte nach Kartoffelfütterung eine Vermehrung des Buttergehalts der Kuhmilch wahrzunehmen. Spätere Versuche von *Boussingault*[1]) angestellt an zwei Kühen ergaben folgendes: nach Fütterung mit Runkelrüben enthielt die Milch der einen Kuh 4,56%, die der andern 3,42% Fett, nach Fütterung mit Grummt 3,92 und 4,39%, nach Fütterung mit Kartoffeln 3,97 und 4,63%. *Payen* und *Gasparin*[2]) fanden in der Milch einer Kuh nach gewöhnlicher Fütterung 3,53, in der nach Fütterung mit Sesamkleie 4,87% Butter. Die Milch von Hündinnen fand *Dumas* durchschnittlich etwas reicher an Fett, wenn sie mit vegetabilischer Nahrung, als wenn sie mit Fleisch gefüttert worden waren.

Dass in Krankheiten die Milch ärmer an Fett wird, wäre schon aus der oberflächlichen, mechanischen Untersuchung derselben zu ersehen, wenn nicht auch einige genauere Analysen von *Donné*, *Herberger* und *Simon* dies erwiesen hätten.

In der Milch einer Kuh, welche beim Rahmen blau wurde, fand ich 3,39% Fett; 3 Wochen nach dem Verschwinden dieser Erscheinung gab dieselbe Kuh bei gleicher Fütterung eine Milch von 4,934% Fettgehalt.

Ueber die Extractivstoffe der Milch und ihre in verschiedener Milch enthaltenen Mengen sind genauere Untersuchungen nicht angestellt worden.

Was die Salze der Milch betrifft, so bestehen die löslichen aus Chlornatrium und Chlorkalium, phosphorsauren Alkalien und ausser diesen aus dem Kali und Natron, welche an Caseïn in der Milch gebunden sind. Die unlöslichen Salze sind phosphorsaure Kalk- und Talkerde, welche hauptsächlich dem Caseïn angehören (vergl. Th. 1. S. 388). Schwefelsaure Salze und Ammoniaksalze sind in frischer Milch nicht enthalten (vergl. Th. 1. S. 453). *Haidlen*[3]) hat in der Asche der Kuhmilch auch etwas Eisenoxyd gefunden.

Die Frauenmilch enthält nach den Untersuchungen der meisten Beobachter 0,16 bis 0,25% Salze, die Kuhmilch 0,55 bis 0,85%, die Hundemilch 1,2 bis 1,5%.

Die Zahl der *löslichen Salze* ist in der Milch in der Regel geringer als die der unlöslichen Phosphate. In der Frauenmilch finden sich 0,04 bis 0,09% löslicher Salze, in der Kuhmilch neben 0,21% löslichen 0,28% unlösliche Salze, in der Hundemilch nach *Dumas* bei ge-

1) *Boussingault*, Ann. de Chim. et de Phys. T. 12. p. 153.
2) *Payen* und *Gasparin*, Compt. rend. T. 18. p. 797.
3) *Haidlen*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 54. S. 273.

mischter Kost 0,71 lösliche und 0,77% unlösliche, bei Fleischkost 0,45% lösliche und 0,57% unlösliche. *Bensch* fand in der Milch einer ausschliesslich mit Fleisch genährten Hündin 1,252% Asche und darunter 1,165 Th. phosphorsaurer Kalk- und Talkerde.

Die Asche der Kuhmilch enthält nach *Weber's* Analyse (nach *Rose's* Methode ausgeführt) 14,18% Chlorkalium, 4,74% Chlornatrium, 23,46% Kali und 6,96% Natron (an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure gebunden), die Asche des Rindsblutes dagegen nach Abzug des Eisenoxyds 38,82% Chlornatrium, kein Chlorkalium, 29,09% Natron und nur 11,44% Kali. Es sind also, abgesehen von der absolut geringern Menge der Salze in der Milch, auch relativ weniger Natronverbindungen und Alkalichloride, dagegen bei weitem mehr Kaliumverbindungen enthalten. In der Asche der Milch finden sich ferner nach *Weber's* Analyse 28,4% Phosphorsäure, während in der des Blutes (nach derselben Analyse) nach Abrechnung des Eisens nur 7,74% dieser Säure enthalten sind; endlich findet sich in der Milchasche 17,34% Kalk- und 2,20% Talkerde, in der Blutasche dagegen (Eisenoxyd wiederum abgerechnet) = 1,90% Kalk- und 0,75% Talkerde; demnach übertrifft die Milch das Blut bedeutend durch ihren Gehalt an Phosphorsäure und an Erden. Die Phosphorsäure ist in der Milchasche fast nur als dreibasische enthalten. Wir werden später diese Vergleichszahlen als wichtigste Anhaltspunkte für die Theorie der Secretionen und des Stoffwechsels im Allgemeinen kennen lernen.

In der Milch, wenigstens der der Kühe, ist auch eine nicht allzu geringe Menge *kohlensauren Alkalis* enthalten; wenigstens ist es Thatsache, dass, wenn man zwei Proben ganz frischer Milch, die eine unvermischt, die andre mit etwas Essigsäure versetzt, unter den Recipienten der Luftpumpe bringt und evacuirt, die letzre weit mehr Gase und zwar Kohlensäure entwickelt, als die erstere Probe.

Milchsäure ist, wie bereits Th. 1. S. 102, gezeigt worden, in frischer Milch nicht enthalten; nur abnormer Weise scheint sie sich schon im Euter pflanzenfressender Thiere erzeugen zu können; die frisch entleerte Milch der Herbivoren reagirt immer schwach alkalisch; nur bei magerem, schlechtem Futter wird sie sauer gefunden; es bleibt aber noch zu ermitteln übrig, ob in solchen Fällen die saure Reaction immer von Milchsäure oder vielleicht auch von *sauren phosphorsauren Salzen* oder wohl gar von *Buttersäure* herrühre. Die Milch der Hunde wird nach *Bensch* bei vegetabilischer Kost neutral, während sie bei ausschliesslicher Fütterung mit Fleisch stets sauer ist; die saure Reaction rührt hier höchst wahrscheinlicher Weise von sauren phosphorsauren Salzen und insbesondre von saurem phosphorsaurem Kalk her.

Freie Gase und zwar hauptsächlich Kohlensäure sind nach der S. 323 beschriebenen Methode in frischer Milch stets nachzuweisen.

Abnorme Bestandtheile sind im Allgemeinen nur selten in der Milch nachgewiesen worden, obwohl die täglichen Erfahrungen über den nachtheiligen Einfluss mancher Frauenmilch auf die Säuglinge und mancher Kuhmilch auf das Leben der Kälber deutlich genug auf chemische Umwandlungen und abnorme Stoffe der Milch hinweisen. Unter den ungewöhnlichen Bestandtheilen der Milch ist Eiweiss noch der häufigste. Dasselbe kommt in der Milch bei entzündlicher Affection der Brustdrüsen, bei Blut- und Eitergehalt derselben vor und normal vielleicht in dem Inhalte der Milchcanäle ausser der Zeit des Säugens; wenigstens hat *Simon* in der von den Eutern einer Eselin 14 Tage vor dem Werfen ausgesonderten Flüssigkeit 19,834% in der Hitze gerinnbare Materie gefunden. Das Colostrum der Kühe gerinnt beim Kochen aber nicht durch Lab. Man darf aber, wenn eine Milch beim Erhitzen gerinnt, keineswegs sogleich auf einen Gehalt derselben an Albumin schliessen; hat doch *Scherer* aus normaler Milch einen in der Hitze coagulirbaren Käsestoff dargestellt und *Dumas* sowie *Bensch* gefunden, dass die Milch der Hunde nach vegetabilischer wie nach animalischer Nahrung beim Erhitzen breiartig wird, ja fast vollkommen gerinnt, beim Erkalten aber oft wieder dünnflüssig wird.

Marchand[1]) fand in der Milch einer kranken Kuh aufgelöstes Hämatin, ohne nur ein Blutkörperchen mikroskopisch nachweisen zu können.

Faserstoff kommt in der Milch nur vor, wenn diese bluthaltig ist; so weit unsre jetzigen Erfahrungen reichen hat man ihn ohne gleichzeitige Anwesenheit von Blutkörperchen oder wenigstens von Hämatin noch nicht gefunden.

Harnstoff hat *Rees*[2]) in der Milch bei *Bright*'scher Krankheit gefunden.

Ueber den Uebergang fremdartiger Substanzen: Farbstoffe, Arzneimittel und Gifte in die Milch ist früher viel gesprochen worden: allein sichere Erfahrungen besitzen wir blos rücksichtlich des Jodkaliums, welches von *Peligot* sowie von *Herberger* in der Milch der Frauen wieder gefunden worden ist.

Wie beim Blute dürfte es auch hier nicht unpassend oder überflüssig sein, nach Erörterung der normalen und abnormen Bestandtheile der Milch die Verschiedenheit dieser Flüssigkeit nach physiologischen Kategorien noch einmal kurz vor Augen zu führen.

---

1) *Marchand*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 47. S. 130—134.

2) *Rees*, Heller's Arch. Bd. 2. S. 56.

Das Colostrum bildet gewöhnlich eine trübe, seifenwasserähnliche, gelbliche Flüssigkeit von schleimiger Consistenz, stark alkalischer Reaction, geht jedoch leichter als normale Milch in Milchsäuregährung über; sie enthält constant bei Frauen und bei Thieren nach *Simon's* sowie nach *Chevallier's* und *Henry's* Untersuchungen mehr feste Bestandtheile; nach der letztern Untersuchungen erstreckt sich diese Vermehrung hauptsächlich auf das Caseïn (bei Kühen, Eseln und Ziegen) nach *Simon* aber (bei Frauen) auf den Milchzucker; nach ersterem ist dagegen im Colostrum weit weniger Milchzucker und nach *Simon* weniger Caseïn enthalten. Obgleich bei der mikroskopischen Untersuchung sowie nach dem äussern Ansehen das Colostrum weniger Fett zu enthalten scheint, so erweist doch das Resultat der meisten Analysen das Gegentheil; das Colostrum ist reicher an Fett als die Milch der entsprechenden Thierspecies. Vielleicht ist der Fettgehalt der Körnchenhaufen (Corps granuleux) die Ursache dieser auffallenden Erfahrung. Uebrigens enthält das Colostrum 2 bis 3mal mehr Salze als die Milch.

Das Colostrum der Frauen gibt nach *Simon* 17,2% festen Rückstands, die Milch derselben durchschnittlich 10,9%; das der Kuh 16,0%, die Milch derselben 14 bis 15%; das Colostrum der Eselin nach *Chevallier* und *Henry* 17,16%, die Milch derselben nur 8,35%; das der Ziege (nach denselben Analytikern) 35,9%, die Milch derselben = 13,2%.

Die Frauenmilch ist gewöhnlich mehr bläulichweiss, als z. B. die Kuhmilch und schmeckt süsser als dieselbe, sie reagirt stark alkalisch und säuert weniger leicht, als andre Milch; ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,030 und 1,034; sie enthält 11 bis 13% fester Bestandtheile und darunter durchschnittlich 3,5% Caseïn und 4 bis 6% Milchzucker. Das Caseïn der Frauenmilch wird nach *Simon's* und *Clemm's* übereinstimmenden Erfahrungen durch Säuren sowie durch Lab weniger vollständig gefällt; auch ist das Coagulum meist mehr gallertartig und nicht so dicht und fest, wie das der Kuhmilch, daher für den kindlichen Magen verdaulicher. Die Butter der Frauenmilch soll reicher an Elaïn sein, als die der Kuhmilch.

Die Kuhmilch ist meist rein oder etwas gelblich weiss; ihr specifisches Gewicht schwankt nach *Simon* zwischen 1,030 und 1,035, nach *Scherer* zwischen 1,026 und 1,032, sie enthält durchschnittlich 14% fester Bestandtheile (schwankend zwischen 12,9 und 16,5%, sie enthält mehr Caseïn als die Frauenmilch (vergl. Th. 1. S. 393), auch etwas mehr Butter, aber weniger Milchzucker, und weit mehr Salze, die sich jedoch hauptsächlich auf die unlöslichen dem Caseïn angehörigen beziehen und daher in einer der des Caseïns entsprechenden Menge vermehrt sind.

Die Stutenmilch ist weiss, ziemlich dicht, von 1,034 bis 1,045 spec. Gewichte (nach *Clemm* 1,0203 sp. Gew.); fester Rückstand 16,2; sie enthält sehr wenig Caseïn (1,7%), dagegen sehr viel Fett (6,95%) und viel Milchzucker (8,75%).

Die Eselsmilch ist weiss, süsser als Kuhmilch, ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,023 und 1,035, enthält 9,16 bis 9,53% fester Bestandtheile, darunter 1,6 bis 1,9% Caseïn, 12,1 bis 12,9% Butter und 6,8 bis 6,29% Milchzucker; sie ist also weit ärmer an Caseïn und Butter, als die Kuhmilch,

dagegen weit reicher an Milchzucker. Diese Milch soll übrigens leicht sauer werden und auch leicht in weinige Gährung übergehen.

Die Ziegenmilch ist weiss, von fad süsslichem Geschmacke und eigenthümlichem Geruche, ihr specifisches Gewicht schwankt um 1,036, enthält 13,2 bis 14,5% fester Bestandtheile, darunter 4,02 bis 6,03% Caseïn, 33,2 bis 42,5% Butter und 4,0 bis 5,3% Milchzucker; sie ist also ärmer an Caseïn, als die Kuhmilch, enthält ziemlich dieselben Mengen oder wenig mehr Fett, aber weit mehr Milchzucker. Bei der Gerinnung bildet ihr Caseïn einen ziemlich dichten Klumpen.

Die Schaafmilch soll dicklich, weiss, von angenehmen Geruche und Geschmacke sein; ihr specifisches Gewicht schwankt zwischen 1,035 und 1,041; an festen Bestandtheilen enthält sie 14,38%, darunter 4,02% Caseïn, 4,20% Butter, 5,0% Milchzucker und 0,68% Salze; sie scheint dieser einzigen von *Chevallier* und *Henry* ausgeführten Analyse nach weniger Caseïn und Butter, aber etwas mehr Milchzucker als die Kuhmilch zu enthalten.

Die einzige Milch eines Fleischfressers, die bis jetzt untersucht wurde, ist die Hundemilch; nach den Untersuchungen von *Simon*, *Clemm*, *Dumas* und *Bensch* ist diese Milch ziemlich dicklich, wird es beim Erwärmen noch in höherm Grade, wenn sie nicht vollständig gerinnt; ist nach vegetabilischer Nahrung neutral oder schwach alkalisch, bei animalischer dagegen von saurer Reaction, von 1,033 bis 1,036 spec. Gewichte, enthält nach Fleischkost 27,46 bis 22,48% fester Bestandtheile, darunter 8 bis 11% Caseïn, 6,84 bis 10,95% Butter und nur sehr geringe Mengen Milchzucker. Bei gemischter Kost enthält die Hundemilch mehr Butter und mehr Milchzucker. Eigenthümlich ist, dass beim Verdampfen der Milch sich der Milchzucker in Krümelzucker verwandelt und dass der feste Rückstand aus der Luft viel Sauerstoff anzieht (*Bensch*). Die Asche enthält zuweilen über 93% unlöslicher Salze.

Der Einfluss der Nahrungsmittel auf die Zusammensetzung der Milch ist unläugbar, jedoch noch keineswegs für die einzelnen Bestandtheile der Milch exact nachgewiesen. Vegetabilische Kost macht nach den an Hunden angestellten Versuchen die Milch reicher an Butter und Zucker; nach reichlicher gemischter Nahrung wird die Milch reicher an festen Bestandtheilen; *Peligot* fand nach Runkelrübenfütterung die Milch einer Eselin am reichsten an Caseïn, nach Fütterung mit Hafer und Luzerne am reichsten an Butter. Fettreiche Nahrung bedingt Vermehrung des Buttergehalts. Nach Fütterung mit blossen Kartoffeln fand *Boussingault* die Milch der Kühe reicher an Caseïn, als bei irgend einem andern Futter. *Reiset* fand die Milch von Kühen, welche auf der Weide waren, merklich reicher an Fett, als wenn sie des Nachts ohne Futter im Stalle gestanden hatten; *Playfair* fand dagegen gerade, dass während der Nacht sich der Buttergehalt der Milch vermehre ebensowohl als bei der Stallfütterung, dass aber durch die Bewegung der Kühe auf der Weide der Buttergehalt der Milch erheblich vermindert werde, eine Erfahrung, mit welcher die Landwirthe mehr als mit der *Reiset's* übereinstimmen. Heu in trocknen Sommern gesammelt gibt eine an Butter reichere Milch als Heu von nassen Sommern.

Aus *Simon's* mit der Milch einer stillenden Frau angestellten Untersuchungen geht hervor, dass die Milch während der Dauer des Säugens allmälig Verände-

rungen erleidet. Während der Buttergehalt sich ziemlich gleich bleibt, nimmt im Verlaufe des Stillens entsprechend der Entwicklung des Säuglings der Caseïngehalt zu, während der Milchzucker sich allmälig vermindert; mit dem Caseïn vermehren sich gleichzeitig auch die unlöslichen Salze.

Die Veränderungen, welche die Milch durch Arzneistoffe, durch Gemüthsaffecte und durch Krankheiten erleidet, sind so wenig untersucht, dass wir hierüber so gut wie nichts wissen. *Herberger* fand die Milch von mit Klauenseuche behafteten Kühen reicher an Kali und von colostrumähnlichem Aussehen; fast bei allen krankhaften Affectionen wird die Milch wässriger und hauptsächlich ärmer an Butter; bei fieberhaften Krankheiten sehr oft sauer.

Rücksichtlich der Analyse der Milch hat fast jeder Experimentator seinen eignen Weg eingeschlagen; doch können die meisten der vor *Haidlen* eingeschlagenen Methoden auf grosse Genauigkeit keinen Anspruch machen; es würde an diesem Orte unpassend sein, dieselben einer ausführlichen Kritik zu unterwerfen; wir erinnern nur an die Uebelstände, welche die genaue quantitative Analyse der Milch mehr erschweren, als die vieler andern thierischen Flüssigkeiten. Diese Uebelstände beziehen sich hier aber fast auf alle einzelnen Bestandtheile der Milch; sie bestehen hauptsächlich in folgenden: beim Verdunsten bildet sich auf der Milch die bekannte Käsestoffhaut, welche bei raschem Eindampfen oft von Wasserdampfblasen durchbrochen wird und dadurch einen Verlust durch Spritzen herbeiführt. Hat man die Milch eingedampft, so ist das vollkommene Austrocknen ausserordentlich schwierig, ja wenn man nicht sehr wenig Milch zur Bestimmung des festen Rückstands angewendet hat, fast unmöglich; das trockne Caseïn, von Fett durchdrungen, bildet eine wasserdichte, selbst für Dämpfe impermeable Kruste. Das Caseïn, aus der Lösung mittelst Essigsäure präcipitirt, fällt nicht vollständig nieder (vergl. Th. 1. S. 392); aus dem festen Rückstande dagegen wird ein Theil ebensowohl von Alkohol als von Wasser extrahirt; bei Anwendung von Essigsäure geht übrigens die Säure Verbindungen mit Alkalien ein und vermehrt auf eine nicht zu controlirende oder abzuschätzende Weise die Menge des Alkoholextracts. Aus dem einfachen Milchrückstande ist das Fett nicht vollständig zu extrahiren, wovon man sich durch sorgfältige Untersuchung eines solchen, wenn auch noch so lange, mit Aether extrahirten Rückstands bald überzeugen kann. Beim Verdunsten saurer Milch wird der Milchzucker zum Theil in Krümelzucker oder nicht krystallisirbaren, syrupösen Zucker verwandelt; in der Wärme werden überhaupt in der Milch sg. Extractivstoffe gebildet. Das Einäschern des Milchrückstands ist schwieriger als der festen Bestand-

theile vieler anderen Flüssigkeiten. Die Hüllenmembran der Milchkügelchen sowie diese selbst können bis jetzt nicht einmal annähernd bestimmt werden.

Um das Caseïn möglichst genau zu bestimmen, rathen *Dumas* und *Scherer* die im Wasserbade oder im Vacuo neben Schwefelsäure fast zur Trockne verdunstete Milch mit etwas Essigsäure zu versetzen, vollkommen zu trocknen und dann mit Aether, Alkohol und Wasser zu extrahiren. Mir scheint aber die von *Haidlen* (vergl. Th. 1. S. 392) empfohlene Methode in mehrfacher Hinsicht vorzuziehen zu sein; die Behandlung der Milch mit bestimmten Quantitäten schwefelsauren Kalks hat, abgesehen davon, dass das Caseïn in allen Menstruis unlöslich wird, noch grosse Vortheile für das Abdampfen, das Eintrocknen und die Fettbestimmung. Die mit Chlorcalcium, Lösung von schwefelsaurem Kalk oder nach *Haidlen* mit trocknem Gyps versetzte Milch ist ohne Verlust durch Blasenwerfen leicht einzudampfen, der Rückstand aber sehr vollständig auszutrocknen und dann leicht pulverisirbar; Aether zieht das Fett leicht und vollständig aus, Alkohol aber weder beim Kochen noch in der Kälte etwas Caseïn. Zur Bestimmung des festen Rückstands, der Salze und des Wasserextracts muss aber allerdings ein andrer Weg eingeschlagen werden. Man verdunstet am besten in einem flachen Platinschälchen 1 bis 3 grm. Milch im Vacuo oder Wasserbade und trocknet dann im Luftbade bei + 120° oder im Vacuo unter Mithülfe eines kleinen bis 120° erhitzten Sandbades; den Aschengehalt findet man am besten, wenn ein Theil wohlgetrockneter Rückstand in einem Platinschiffchen unter Mitwirkung von Sauerstoff verbrannt wird. Das Wasserextract kann nur nach *Scherer's* Methode einigermassen genau bestimmt werden.

Rücksichtlich der quantitativen Bestimmung des Milchzuckers verweisen wir auf das Th. 1. S. 305 Gesagte; jedoch ist hierbei nur noch daran zu erinnern, dass stark saure Milch vor dem Abdampfen neutralisirt werden muss, wenn man den Milchzucker krystallisirt erhalten will.

Dumas[1]) bemerkt, dass die Milchkügelchen auf dem Filter bleiben, wenn die Milch mit einer concentrirten Lösung von Seesalz versetzt worden ist; ein Versuch, der mir auch bei Benutzung ganz frisch gemolkener Milch nur unvollkommen gelungen ist.

1) *Dumas,* Arch. génér. de médée. Vol suppl. 1846. p. 180.

Wegen der vielen Verfälschungen, welchen die Kuhmilch im gewöhnlichen Leben grosser Städte unterworfen zu werden pflegt, hat man sich bemüht, Instrumente und Methoden ausfindig zu machen, die in Kürze die Güte der Milch ermitteln: *Galaktoskope* und *Galaktometer*. Alle diese Mittel gehen darauf hinaus, den Fettgehalt der Milch ungefähr zu bestimmen, da man die Güte derselben für das gewöhnliche Leben nach ihrem Fettgehalte zu beurtheilen pflegt. Am bekanntesten sind unter diesen Instrumenten das Galaktoskop von *Donné*[1]); dasselbe besteht aus zwei Röhren, die durch eine feine Schraubenwindung in einander zu schieben sind; jede von diesen Röhren ist am entgegengesetzten Ende durch ein Planglas verschlossen; die Messung geschieht, indem man die Dichte der Milchschicht bestimmt, durch welche noch ein Kerzenlicht erkannt werden kann. Dabei hält man die Undurchsichtigkeit der Milch entsprechend ihrem Fettgehalte. Aräometische Bestimmungen, wie sie *Jones*, *Chevallier* und *Henry* sowie auch *Quevenne* zur Bestimmung der Dichte und darnach der Güte der Milch angegeben haben, verfehlen sehr oft ihren Zweck; auch die von *Simon* empfohlene Anwendung einer titrirten Gerbsäurelösung, welche Butter und Caseïn aus der Milch niederschlägt, kann in vielen Fällen zu Täuschungen Veranlassung geben. So entspricht auch das *Lampérierre*'sche Verfahren[2]), wobei die Dichtigkeit der frischen Milch mit der durch Papier filtrirten verglichen wird, nicht allen Anforderungen.

Was die Absonderungsgrösse der Milch betrifft, so fehlt es namentlich beim Menschen noch sehr an genauen Bestimmungen; dieselbe wird aber natürlich auch sehr verschieden sein müssen nach den Ernährungsverhältnissen des milchgebenden Organismus. Bei Frauen ist die körperliche Constitution, die Nahrung, äussere Verhältnisse, Temperament u. dergl. von dem sichtlichsten Einflusse auf die Mengen der abgesonderten Milch eben so gut als auf deren Zusammensetzung. Gleichzeitig ist die Quantität der abgesonderten Milch auch von deren Verbrauche abhängig; denn in der ersten Zeit der Lactationsperiode wird den Brüsten weniger Milch entzogen, als später, wo der Bedarf an Nahrungsmaterial für den Säugling weit bedeutender ist. *Lampérierre* bestimmte mittelst des oben S. 326 beschriebenen Apparats an einer grossen Anzahl von stillenden Frauen die in bestimmten Zeiten secernirten Mengen Milch und fand als Mittel für jede Brust innerhalb 2 Stunden 50 bis 60 grm. Dürfen wir annehmen, dass 24 St. lang die Secretion der Milch in gleicher Weise von Statten gehe, so würden (55 gr. als Mittel genommen) von einer Säugenden in 24 St. durch beide Brüste 1320 gr. Milch entleert werden können; hiernach würden auf 1000 gr. des weiblichen Organismus (das Gewicht des weiblichen Körpers = 60 Kilogramm angesetzt) wäh-

1) *Donné*, Compt. rend. T. 17. p. 585—592.
2) *Lampérierre*, a. o. a. O.

rend der Lactationsperiode in 24 St. = 22 grm. secernirter Milch kommen.

Bei Kühen, die gemolken werden, lässt sich die Menge der ausgesonderten Milch ungefähr berechnen; nach den Erfahrungen der Landwirthe, welche mit denen *Boussingault's* bei Gelegenheit seiner Ernährungsversuche ziemlich übereinstimmen, gibt eine Kuh durchschnittlich in 24 St. = 5½ Litre oder etwa 6 Kilogramm Milch; da nun eine Kuh durchschnittlich 580 Kilogramm schwer ist, so würden 1000 gr. Kuh = 10,4 gr. Milch absondern.

Rücksichtlich der *Genesis* der Milch und ihrer Bestandtheile müssen wir ganz auf das verweisen, was später unter den thierischen Processen über die Secretion im Allgemeinen bemerkt ist. Hier sei nur so viel hervorgehoben, dass wir, der zuerst von *Chevreul* und andern Chemikern und uns selbst gehegten Meinung entgegen, die Bestandtheile der Milch präformirt im Blute nicht annehmen können. Wenn wir nur den chemischen Gesichtspunkt festhalten, so steht wenigstens so viel fest, dass die Gegenwart der Hauptbestandtheile der Milch im Blute bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden ist; wir glauben bereits im 1. Th. S. 394 hinlänglich bewiesen zu haben, dass alle jene Reactionen und Erscheinungen, aus welchen man auf Anwesenheit des Caseïns im Blute schloss, entweder keinen sichern Beweis dafür geben oder geradezu auf Irrthümern beruhen. Aehnliches gilt vom Milchzucker; dieser ist mit Bestimmtheit auch nicht im Blute nachgewiesen worden; der Zucker des Blutes, wie wir ihn vorzugsweise im Lebervenenblute und *C. Schmidt* im Gesammtblute gefunden hatten, ist gährungsfähig; jener von *Scherer* im Muskelsafte entdeckte Zucker, der Inosit, ist zwar nicht gährungsfähig, aber seinen übrigen physischen und chemischen Eigenschaften nach durchaus verschieden vom Milchzucker; es kann also wohl als höchst wahrscheinlich angesehen werden, dass sich kein Milchzucker präformirt im Blute findet, wenn auch nicht in Abrede zu stellen ist, dass seine Zunahme oder Abnahme in der Milch sehr abhängig ist von der Natur der genossenen Nahrungsmittel. Sprechen diese Thatsachen für die Bildung der Milch in den Milchdrüsen, so beweist die Präexistenz einzelner Bestandtheile der Butter im Blute wenigstens nichts dagegen; denn nehmen wir auch an, dass die in der Milchdrüse verlaufenden Capillaren die Fette in einer andern Proportion durchseihen, als sie präformirt im Blute enthalten sind, wie das nach den bei der Transsudation beobachteten Erscheinungen wohl denkbar ist: so muss es doch auffallen, dass diese

Capillaren gerade für das im Blute so reichlich enthaltene und so leicht transsudirbare Cholesterin vollkommen impermeabel sind; denn in der Milch findet sich kein Cholesterin; dagegen ist es sehr fraglich, ob wahres Butyrin in normalem Blute enthalten ist. Auch die Salze gehen nicht in Folge einfacher Transsudation in die Milch über; denn man vergleiche die Zusammensetzung der Salze der Transsudate mit jener der Milchsalze, und man wird finden, dass in den letztern die Chlormetalle bei weitem nicht so überwiegend sind, als in der Transsudatasche, dass aber in jenen Kaliumverbindungen und Phosphate in weit grösserer Menge enthalten sind, als selbst in den Blutkörperchen; das Ueberwiegen der unlöslichen Phosphate in der Milchasche wurde oben besonders hervorgehoben. Vergleicht man aber z. B. die löslichen Salze der Milchasche mit denen der Intercellularflüssigkeit und denen der Blutkörperchen (z. B. bei Rindern), so stellt sich fast mit Nothwendigkeit heraus, dass die Blutkörperchen an der Bildung der Milch wenigstens in Bezug auf die Salze mit Antheil nehmen, und dass ihr Uebergang in die Milch nicht der Erfolg eines einfachen Transsudationsprocesses sein kann.

Da wir im dritten Theile der physiologischen Chemie bei Erörterung der Secretionsprocesse ausführlicher auf die histologischen und physiologischen Gründe eingehen müssen, welche für eine vorgängige Umarbeitung der vom Blute zugeführten Stoffe in den Drüsen zu Secreten sprechen: so verweisen wir auf jenes Capitel, wo nach Zusammenstellung aller der in der Säftelehre gewonnenen chemischen Erfahrungen die Beweise erörtert werden sollen für die Ansicht, dass die Hauptbestandtheile aller eigentlichen Secrete, gleich denen der Leber und der Milchdrüsen, erst in den drüsigen Organen selbst gebildet werden.

Wenn der physiologische Werth der Milch so offen vor Augen liegt, dass es lächerlich sein würde, denselben hier im Allgemeinen noch darlegen zu wollen: so hat doch andrerseits eine genauere Erforschung des Einflusses, welchen die einzelnen Bestandtheile dieses von der Natur selbst als Normalnahrungsmittel hingestellten Secrets auf die Ernährung des Säuglings ausüben, eine so hohe physiologische Bedeutung, dass in ihr eines der Hauptfundamente der physiologischen Chemie, der Angelpunkt des gesammten thierischen Stoffwechsels, zu suchen ist. Dies ist aber gerade der Grund, weshalb wir bei der Lehre von der Ernährung diese Verhältnisse ausführlicher in Betracht ziehen, hier aber darüber schweigen müssen.

Sperma.

Die von den Hoden ausgesonderte und gewöhnlich mit dem Secrete der Prostata gemischte Saamenflüssigkeit ist schleimig, klebrig, opalisirend, farblos, nur beim Eintrocknen gelblich werdend, von eigenthümlichem Geruche, bedeutend schwerer als Wasser, von alkalischer Reaction; frisch entleert ist sie gallertartig, wird aber nach einiger Zeit ziemlich dünnflüssig; mit Wasser gemischt bildet sie ein schleimiges Sediment; das Gemeng wird beim Kochen nicht wahrnehmbar trüber, in Alkohol gerinnt sie dagegen vollkommen.

Bei Thieren kann der Saame zur Brunstzeit in verhältnissmässig grossen Mengen gesammelt werden, wenn man ihn aus dem Vas deferens und den Saamenbläschen entlehnt; in letztern wird jedoch ein eigenthümlicher Saft secernirt, und man findet daher oft in denselben keinen eigentlichen Saamen.

Diese Flüssigkeit enthält die eigenthümlichsten Formelemente, die man im Thierkörper nur antrifft: die sg. *Saamenthierchen*, Saamenfäden oder *Spermatozoïden*. Diese Elemente, welche sich nach dem übereinstimmenden Zeugnisse der Physiologen in dem fruchtbaren Saamen aller Thiere vorfinden, haben bei den meisten derselben ziemlich ähnliche, wiewohl unterscheidbare Formen (einen runden, ovalen oder birnförmigen Knopf bildend, an welchem ein langer allmählig spitz zugehender Faden sitzt). Der Knopf dieser seltsamen Gebilde ist beim Menschen 0,0007—0,0013‴ breit und 0,0019—0,0025‴ lang, der Faden hat eine Länge von 0,0018 bis 0,0020‴. Das Eigenthümlichste dieser Gebilde ist die scheinbar spontane Bewegung, die veranlasste, dass man sie lange Zeit für Infusorien hielt; die Fortbewegung geschieht durch Beugen und schnelles Strecken des Fadens bald von der einen bald von der andern Seite her, so dass das Molecül sich im Zickzack nach der Richtung des Knopfes bewegt. Die Beweglichkeit behalten dieselben oft lange Zeit bei, sobald der Saame aufbewahrt wird, ohne dass Verdunstung möglich ist, oder wenn sie in laues Serum, Harn, Speichel, Schleim gebracht werden; wird der Saame mit der doppelten Menge Wasser vermischt, so verliert der Faden seine Beweglichkeit und rollt sich mehr oder weniger auf (*Henle*[1]), *R. Wagner*[2]). Die

1) *Henle*, Allg. Anatom. S. 949—958.
2) *R. Wagner*, Physiol. S. 8. 49 ff.

Beweglichkeit verlieren sie auch durch Zersetzung des Saamens, durch Weingeist, Opiumlösung und Strychnin; der Faden ist dann meist gestreckt. Durch Fäulniss werden die Spermatozoïden nur schwer zerstört; von concentrirten kohlensauren Alkalien werden sie aufgelöst, nicht aber durch verdünnte, durch welche sie dagegen (da diese die zwischen ihnen befindlichen Coagula oder den Schleim auflösen) oft deutlicher unter dem Mikroskop wahrnehmbar gemacht werden können. Vorsichtig geglüht hinterlassen sie nach *Valentin*[1]) eine Asche, welche noch die ganze Form dieser Gebilde zeigt.

Ausser den Spermatozoïden finden sich im Saamen noch andere morphologische Elemente; neben den nur sparsam vorkommenden Epithelien und Schleimkörperchen fand namentlich *R. Wagner* noch fein granulirte, blasse, scharf contourirte Molecüle, *Saamenkörnchen*, von 0,0016 bis 0,0100‴ Grösse; ausserdem feine Fettkörnchen und moleculäre Materie.

Die Zwischenzellflüssigkeit des Spermas, welche weniger in den Hoden als in den Cooper'schen Drüschen, den Saamenbläschen und der Prostata ihre Quellen hat, gelatinirt nach der Entleerung; *Henle*[2]) hält die galatinirende Substanz für Fibrin, während sie *Berzelius* mit Schleim vergleicht, aber damit nicht für identisch hält. Man hat diese Substanz *Spermatin* genannt; sie ist aber wahrscheinlich nichts weiter, als basisches Natronalbuminat, mit dem die meisten ihrer Eigenschaften übereinstimmen; beim Kochen trübt sich die Flüssigkeit nicht; nach dem Verdunsten ist jene eiweissartige Substanz in Wasser unlöslich geworden; durch verdünnte Alkalilösung wird die durch Wasser präcipitirte Materie aufgelöst, durch concentrirte ätzende und kohlensaure Alkalien wieder präcipitirt; der Rückstand der Flüssigkeit ist in Wasser nur theilweise löslich, zum Theil aber auch in Alkohol; durch Essigsäure entsteht aus der wässrigen Lösung ein flockiger Niederschlag, der sich in überschüssiger Essigsäure auflöst und aus dieser Lösung durch Kaliumeisencyanür fällbar ist; in concentrirter Salpetersäure ist dieser Niederschlag auflöslich. Da alle diese Eigenschaften mit dem Natronalbuminat (vergl. Th. 1. S. 341) übereinkommen, so darf man zwar noch nicht schliessen, dass dieser Stoff nichts andres als gerade Natronalbuminat sei: allein man ist noch

1) *Valentin*, Repertor. Bd. 1. S. 34.
2) *Henle*, a. a. O. S. 56.

weniger berechtigt, einen eigenthümlichen Stoff, ein Spermatin, oder das bekannte Fibrin darin anzunehmen.

Das Wasserextract und das Alkoholextract der Saamenflüssigkeit enthält, so viel sich aus den Untersuchungen *Vauquelin's* ersehen lässt, zweifelsohne Natronalbuminat; ob sich aber neben diesem, wie in andern thierischen Säften, noch besondre Extractivstoffe vorfinden, lässt sich nicht entscheiden, da zu solchen Untersuchungen die Menge des sammelbaren Sperma's immer zu gering ist.

Die Salze des Blutserums sind im Sperma sehr leicht nachzuweisen; indessen findet sich phosphorsaurer Kalk und besonders phosphorsaure Talkerde in überwiegender Menge darin; von der Gegenwart und der Menge der letztern kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man z. B. Sperma zwischen zwei Glasplatten, die mit einem Firniss umgeben werden (wie bei der Herstellung mikroskopischer Präparate), sich zersetzen lässt; es scheiden sich alsdann zwischen den unversehrten Spermatozoïden unzählige Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak aus; dass diese Krystalle nicht phosphorsaurer Kalk sind (wie nach *Vauquelin* viele angenommen haben), beweist die Unfähigkeit des letztern, aus organischen Lösungen zu krystallisiren (mit Apatit haben diese Krystalle weder der Form noch der Entstehung nach irgend eine Aehnlichkeit); davon aber, dass es die Krystalle des bekannten Tripelphosphats sind, kann man sich ebensowohl durch die mikroskopisch-krystallometrische als durch die mikroskopisch-chemische Analyse überzeugen.

Vauquelin[1]) fand im Sperma 6 % organische Materie, 3 % Erdphosphate und 1 % Natron, also 10 % fester Bestandtheile.

Rücksichtlich der Analyse des Spermas dürften nur die für die Untersuchung thierischer Flüssigkeiten allgemein gültigen Regeln zu beachten sein; bei der quantitativen Analyse möchte aber zu berücksichtigen sein, dass durch Mischen des frischen Objectes mit höchst verdünnter Ammoniakflüssigkeit die Ausscheidung organischer Materien aus der eigentlichen Flüssigkeit des Saamens verhindert werden kann und demnach vielleicht durch Filtriren eine quantitative Bestimmung der Spermatozoiden und andrer Gebilde des Saamens zu erzielen sein würde. Wollte man die Extracte des Spermas genauer untersuchen, so wäre das frische mit etwas Wasser verdünnte Object jedenfalls erst mit verdünnter Essigsäure zu neutralisiren und zu filtriren, ehe man zur

1) *Vauquelin*, Berzelius' Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 634.

Verdunstung und Extraction des Rückstandes mit Wasser und Alkohol schreiten dürfte.

In medico-forensischer Hinsicht ist die dokymastische Analyse des Spermas von grosser Wichtigkeit; man hat sich daher in neuerer Zeit bemüht (*Remak*[1]), *Bayard*[2]), *C. Schmidt*[3]), Mittel anzugeben, um besonders das auf Geweben eingetrocknete Sperma von andern eingetrockneten Flüssigkeiten zu unterscheiden und mit Sicherheit nachzuweisen. Die Form der Spermatozoiden ist so characteristisch, so verschieden von allen thierischen und pflanzlichen Gebilden, dass bei der mikroskopischen Exploration eine Verwechslung mit andern Materien unmöglich ist. Die schwere Zerstörbarkeit der Saamenfäden unterstützt die Diagnose des Saamens in thierischen Flüssigkeiten, namentlich im Harn, ausserordentlich. Bemerkenswerth ist hier nebenbei, dass saamenhaltiger Harn, wie ich wenigstens constant gefunden, ausserordentlich leicht alkalescirt und im schleimigen Sedimente, auch wenn wenig Saamenfäden gefunden werden, eigenthümliche, feine, lamellenartige, sehr durchsichtige Flocken zeigt. Die Diagnose des Spermas ist also in jedem Falle leicht, wo man das Object mikroskopisch ohne Weiteres untersuchen kann; es bedarf alsdann keiner chemischen Versuche, die auch leider keine Entscheidung geben könnten. Schwieriger ist es, auf Leinwand oder andern Geweben eingetrockneten Saamen zur mikroskopischen Untersuchung vorzubereiten. Wir übergehen die von *Bayard* zu diesem Zwecke empfohlene Methode, da sie zu umständlich ist, einen ziemlich geübten Analytiker verlangt und noch andre Inconcinnitäten hat, und weisen nur auf die von *Schmidt* angegebene höchst einfache Methode hin. Auf dem Gewebe ist nach *Schmidt* zunächst die Seite zu suchen, auf welcher die Befleckung statt gefunden hat; denn nur hier wird man die Saamenfäden finden; man erkennt diese Seite an dem Lichtreflex von der glänzenden Oberfläche, während die Gegenseite matt erscheint und rauh anzufühlen ist. Indem man alsdann die Spermaseite zu einem Zipfel ausdehnt, hängt man sie in ein mit Wasser halbgefülltes Uhrglas; nach 4 Stunden erwärmt man die mit einem Tropfen Ammoniak versetzte Flüssigkeit, während der befleckte Zipfel noch in dieselbe eintaucht, streicht dann etwas über

---

1) *Remak*, Diagnostische u. pathogen. Unters. Berlin 1845. S. 148–171.

2) *Bayard*, Ann. d'Hygiène publique. 1849. Nr. 43.

3) *C. Schmidt*, Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau und Leipzig 1848. S. 42—48.

die Aussenfläche hin, und untersucht die im Uhrglase befindliche Flüssigkeit mikroskopisch.

Nach *Schmidt* unterscheiden sich die Saamenflecke von allen andern z. B. durch Lochien, Vaginalschleim (syphilitischen oder nicht syphilitischen), Eiter, Tripperschleim, Nasen- und Bronchialschleim, Eiweiss, Gummi, Fett, Leim oder Kleister entstandenen Flecken dadurch, dass sie 1 bis 2 St. dem Feuer genähert fahlgelb werden, wodurch die Form der Saamenfäden bei der spätern Untersuchung sich durchaus nicht verändert findet. Andre Stoffe werden auf diese Weise grün (z. B. Vaginalschleim) oder gar nicht gefärbt; die von thierischen Substanzen herrührenden Flecke sind entweder durch ihre morphologischen Elemente oder durch ihren Eiweissgehalt nach dem Aufweichen sehr leicht diagnosticirbar. Die reinen Fett-, Gummi- oder Kleisterflecke wird wohl Niemand mit Spermaflecken verwechseln können.

Die Genesis des Spermas ebenso wie seine physiologische Bedeutung gehören vollkommen der Histologie und Physiologie an; wir würden uns daher hier eines völligen Uebergriffs in diese Disciplinen schuldig machen, wenn wir näher auf diese Punkte eingehen wollten, und zwar um so mehr, als die Chemie bis jetzt zur Erhellung dieser immerhin dunkeln Gebiete jener Disciplinen nichts beigetragen hat und vorläufig auch nichts beitragen kann.

Eiflüssigkeiten.

Während die glänzendsten Entdeckungen der Physiologen vorzugsweise aus den Forschungen über das Ei und seine morphologischen Elemente, seine Entwicklung und Umgestaltung hervorgegangen sind, hat von Seiten der Chemiker die Untersuchung der Zusammensetzung und Beschaffenheit des Thiereis und seiner Bestandtheile noch wenig Beachtung gefunden, und gewiss nicht ganz mit Unrecht; denn es waren bisher erst noch weit zugänglichere Gebiete zu durchforschen, weit fruchtbarere Felder zu cultiviren, die eine weit reichlichere Ernte versprachen, als man sie nach dem bisherigen Stande der Wissenschaft durch Untersuchung dieses Gegenstandes sammeln zu können hoffen durfte. Es fehlten aber für die Erforschung der Eibestandtheile selbst noch die Mittel und nothwendigen Voruntersuchungen, ohne welche

eine gedeihliche Bearbeitung dieses Gegenstandes, die der Wissenschaft im Allgemeinen oder den bereits gemachten Entdeckungen der Histologie einigermassen entsprochen hätte, sicher nicht zu erwarten stand. So ist z. B. die Lehre von den Fetten heute allerdings zu einem gewissen Abschlusse gekommen; allein noch sind viele thierische Fette und namentlich ihr Verhältniss zu den Lipoïden völlig unbekannt. Dass aber die Fette im Ei bei dessen Entwicklung und Umbildung eine höchst wichtige Rolle spielen, das haben uns eben die Forschungen der Physiologen gelehrt. Besonders dunkel ist noch das chemische Gebiet der phosphorhaltigen Materien, die sich, wie es scheint, ebenso constant im Ei als im Gehirn und Nervenmarke vorfinden.

Von der Mangelhaftigkeit unsrer Kenntnisse über die Proteïnkörper ist schon oft die Rede gewesen. Dass in den Eiflüssigkeiten neben den Fetten auch andre stickstofflose Materien und namentlich Zucker vorkommen, das hat man bis auf die neueste Zeit kaum zu präsumiren gewagt.

Unter Eiflüssigkeiten versteht man gewöhnlich auch jene Flüssigkeiten, die sich erst mit der Entwicklung des Embryo bilden; von diesen wird an diesem Orte nicht die Rede sein, da wir auf den Liquor Amnios schon unter den „Transsudaten" Rücksicht genommen haben, über den Liquor Allantoidis aber unter „Harn", über die Vernix caseosa unter „Hautabsonderung" und über die Gelatine Whartoniana unter „Schleim" gesprochen werden wird.

Weil die Eier der meisten Thiere entweder sehr klein sind oder sehr schwer in hinreichender Menge erlangt werden können, so wurden bis jetzt fast nur die Eier der Hühner und der Karpfen genauer untersucht. Da nach *Gobley's* Untersuchungen[1]) die Bestandtheile der Eier beider Thierklassen fast völlig identisch sind, so lässt sich annehmen, dass wir nach der Zusammensetzung der Hühnereier mit einigem Rechte auf die der Eier aller übrigen Thiere schliessen dürfen.

Es ist bekannt, dass man in den Eiern der meisten Thiere keine solche Eiweisshülle, wie bei den Vogeleiern, sondern nur eine dem Dotter entsprechende, von einer Membran eingeschlossene Flüssigkeit gefunden hat. Beginnen wir daher mit der Betrachtung des Eidotters, dessen Constitution wir also nur nach den an Hühnereiern angestellten Versuchen kennen. Die Dotterflüssigkeit der Hühnereier ist eine sehr

1) *Gobley,* Compt. rend. T. 21. p. 766—769; Journ. de Phys. et de Chim. 3me Sér. T. 11. p. 409—417 et T. 12. p. 513; Journ. de Chim. médic. T. 6. p. 67—69.

zähe, dicke, kaum durchscheinende, bald gelbroth bald schwefelgelb gefärbte Flüssigkeit, ohne Geruch, von schwachem, aber eigenthümlichem Geschmacke, bildet mit Wasser eine weisse, emulsive Flüssigkeit, bläut geröthetes Lackmus, erstarrt beim Kochen zu einer leicht zerreiblichen Masse, wird in kaltem Alkohol coagulirt; giebt beim Schütteln mit Aether an letztern ein röthlich- oder bernsteingelb gefärbtes Fett ab, während eine zähe weisse Masse sich ausscheidet.

Betrachtet man Dotterflüssigkeit unter dem Mikroskope, so erblickt man eine breiartige, aus sehr feinen Körnchen (von nicht messbarem Durchmesser) bestehende Masse, in welcher die sogenannten Dotterkügelchen und Fettblasen der verschiedensten Grösse schwimmen; letztere zeichnen sich durch eine minder intensiv gelbe Farbe aus und sind von einer Lage jener feinen Körnchen bedeckt, während die Dotterkugeln von einer Hülle umgeben sind, die wie mit Körnchen bestreut ist. Lässt man unter dem Mikroskope Salmiak oder andere neutrale Alkalisalze auf das Dotter einwirken, so verschwinden die Körnchen fast vollständig und es bleiben nur scharf contourirte, glänzende Fettblasen zurück, neben den etwas verzerrten, oval, gurken- oder spindelförmig gewordenen Dotterzellen; an letztern kann noch eine sehr schwach granulirte Hüllenmembran wahrgenommen werden; eine ähnliche Verzerrung der Dotterzellen wird auch durch verdünnte Essigsäure hervorgebracht, welche jedoch die suspendirte Materie nicht auflöst. Lässt man dagegen concentrirte Essigsäure oder verdünnte Kalilauge auf das Dotter einwirken, so verschwinden auch die Hüllen der Dotterkügelchen, während neben dem gelbgefärbten Fett nur eine sehr fein granulirte Materie sichtbar bleibt. Die Dotterkügelchen verhalten sich also ganz ähnlich den Milchkügelchen (vgl. oben Th. 1 S. 394); es findet hier nur der wesentliche Unterschied statt, dass aus dem Dotter auch ohne Anwendung von Essigsäure, Kali, Salmiak u. dergl. das Fett vollständig extrahirt werden kann; schneller geschieht diess allerdings nach Anwendung von Salmiak oder ähnlichen Mitteln. Betrachtet man das mit Aether möglichst entfettete Dotter unter dem Mikroskop, so findet man die Körnchen nicht mehr fein vertheilt, sondern zu grössern Klümpchen oder Haufen conglomerirt; durch Salmiak, Essigsäure und Aetzkali werden diese Klümpchen zum grössten Theil aufgelöst, und es bleiben nur sehr feine, matt erscheinende Körnchen und Flöckchen noch übrig, welche der Flüssigkeit im Ganzen ein opalisirendes oder molkenähnliches Ansehn ertheilen.

Vor 8 bis 10 Jahren habe ich ziemlich zahlreiche Versuche über die Constitution der Eiflüssigkeiten und über die bei der Bebrütung vor sich gehenden Veränderungen angestellt, deren Veröffentlichung ich unterliess, da nach dem damaligen Stande der Wissenschaft die Hauptfragen, die ich mir gestellt hatte, unbeantwortet bleiben mussten; ich bin seitdem leider nicht wieder auf diesen Gegenstand zurückgekommen, was ich um so mehr bedaure, als jene mit den damals noch so unzureichenden Mitteln von einem Anfänger angestellten Versuche nicht einmal recht benutzbar sind zur Kritik der neuern von *Gobley* angestellten Versuche, an denen sicher so manches nicht stichhaltig ist.

Ueber die Constitution der sphärischen, zellenartigen Fettkörper des Dotters lässt sich nichts näheres bestimmen, da es weder ein mechanisches noch ein chemisches Mittel giebt, diese vollständig von der Intercellularflüssigkeit zu trennen.

Ihr Inhalt besteht, soviel man bis jetzt schliessen kann, fast nur aus Fett; hauptsächlich dürften diesem aber die phosphorhaltigen Materien des Dotterfettes beigemengt sein; darauf deutet wenigstens folgende Erfahrung hin: schüttelt man Dotter wiederholt mit Aether, so enthalten die zuerst durch Aether extrahirten Fettportionen nur sehr wenig oder gar keine Phosphorsäure liefernde Substanz, während die Portionen Fett, welche später durch Schütteln mit Aether dem Dotter entzogen wurden, beim Einäschern sehr viel saure phosphorsaure Alkalien und Kalk geben. Hat man Dotter vorher mit Salmiak, Essigsäure oder Kali versetzt, so ist ein solcher Unterschied im Phosphorgehalte der früher oder später extrahirten Fettportionen nicht wahrzunehmen. Wären die Hüllenmembranen der Dotterkügelchen für Aether ganz impermeabel (auch die der Milch sind es nicht vollkommen, auch sie werden durch Aether verzerrt, jedoch ihrem Inhalte weit weniger Fett entzogen, als unter gleichen Verhältnissen den Dotterkügelchen), so würde durch reinen Aether nur phosphorfreies Fett, nach Behandlung mit Salmiak u. dergl. aber phosphorhaltiges extrahirt werden.

Neben dem phosphorfreien und phosphorhaltigen Fett dürften auch in diesen Zellengebilden, in denen ich wenigstens keinen Kern oder etwas dem ähnliches entdecken konnte, hauptsächlich die Pigmente des Dotters angehäuft sein; wenigstens wird man die Dotterzellen besonders nach Behandlung mit Salmiak immer intensiver gelb gefärbt finden, als die hüllelosen Fettblasen; allerdings sind jene in der Regel viel grösser als diese und müssen daher auch farbiger erscheinen, allein einzelne der Fettbläschen sind entschieden farblos. Diesen Erfahrungen nach dürften also die Dotterkügelchen mitten inne stehen zwischen den Milchkügelchen und Blutkörperchen; der Fettreichthum stellt sie näher den ersteren, der Gehalt an Phosphorsäure und an eisenhaltigem Pigment rückt sie den Blutkörperchen näher.

Da wir die chemischen Bestandtheile der Dotterkügelchen von denen der Intercellularflüssigkeit noch nicht streng zu sondern verstehen, so werden wir die Elemente des Dotters unmittelbar neben einander betrachten.

Es ist bereits im 1. Th. S. 374 von dem wesentlichsten albuminösen Bestandtheile des Dotters, dem Vitellin, die Rede gewesen. Wir haben dort noch nicht gewagt, von der gewöhnlicheren Ansicht abzugehen, wornach das Vitellin eine besondere Species der Proteïnkörper ist: allein so sehr wir dem Verfahren entgegen sind, vorschnell ähnliche Körper für identisch zu erklären, so können wir doch jetzt nicht umhin, unsre Meinung dahin auszusprechen, dass das sogenannte Vitellin nichts sei, als ein Gemeng von Albumin mit Caseïn. Die amorphen dunkeln Körnchen des Eidotters sind nämlich reines alkalifreies Caseïn, welches aber gleich gewöhnlichem Caseïn reich an Kalkphosphat ist; in der eigentlichen Intercellularflüssigkeit des Dotters ist kein Caseïn, sondern nur alkaliarmes Albumin aufgelöst. Vor allem ist zu bemerken, dass es unrichtig ist, wenn man behauptet, das Vitellin werde durch Aether coagulirt; schüttelt man nämlich, wie man diess gethan hat, frisches Dotter mit Aether und Wasser, so bildet sich unter der fetthaltigen, gelb gefärbten Aetherschicht eine weisse, etwas klebrige Masse; diese hat man für ein Coagulum gehalten, für geronnenes Vitellin; solches ist es aber durchaus nicht; filtrirt man nämlich diese Flocken nach Entfernung des Fettes und Aethers ab und süsst so lange aus, als die ablaufende Flüssigkeit beim Erhitzen noch eine Opalescenz zeigt, so bleibt auf dem Filter eine dem nach *Rochleder* und *Bopp* dargestellten (vergl. Th. 1. S. 389) Caseïn vollkommen gleichende Masse, welche nur neben eigentlichem Caseïn noch etwas salzarmes Albumin enthält; letzteres wurde durch die Verdünnung der Dotterflüssigkeit mit Wasser präcipitirt, ganz so wie es auch aus dem Eiereiweisse und Blutserum geschieht. Diese Substanz hat alle die von Caseïn Th. 1. S. 384 angeführten Eigenschaften; dies lehrt ihr Verhalten gegen Säuren, Alkalien, alkalische, erdige und Metallsalze; wir heben hier nur hervor, dass sie sich unter Zurücklassung eines geringen, die Flüssigkeit opalisirend machenden Rückstands (etwas Fett und die Hüllenmembranen der Dotterkügelchen) schon in sehr verdünnten Lösungen von Salmiak, Chlornatrium, schwefelsaurem Natron u. s. w. auflöst; diese Auflösung wird durch Essigsäure stark getrübt, durch Kochen weit weniger; das durch Kochen Ausgeschiedene ist jenes bei der Verdünnung des Dotters mit Wasser gefällte Albumin,

welches durch Salmiak u. s. w. zugleich mit dem Caseïn gelöst wurde. Aber alle diese so vollkommnen zutreffenden Aehnlichkeiten des Caseïns mit der Substanz des Dotters würden uns noch nicht bestimmt haben, diese für Caseïn zu halten, wenn sie nicht die dem Caseïn vorzugsweise characteristische Eigenschaft besässe, *durch Kälberlab vollständig coagulirt* zu werden. Versetzt man nämlich die Lösung jener Substanz in dem verdünntesten Salmiak- oder Sodawasser mit etwas Kälberlab, so bildet sich bei einer Temperatur von ungefähr 30° C. in 2 bis 3 St. ein dichtes, käseartiges Coagulum. Da der Zucker durch das Auswaschen dieser Substanz vollkommen entfernt ist, so kann nicht daran gedacht werden, dass dieser durch irgend welche Umwandlung zur Abscheidung dieses Coagulums beigetragen habe. 100 Th. dieser Substanz im trocknen Zustande gaben 5,044 % Asche, die fast nur aus phosphorsauren und kohlensauren Erden bestand.

Wenn wir diese bisher für einen eigenthümlichen Stoff gehaltene Substanz für Caseïn erklären, so geschieht diess gerade hier nur mit der Restriction, dass diese Identität blos gilt, soweit unsre jetzigen Mittel reichen, das Caseïn zu constatiren, zumal da wir einerseits wissen, dass das Caseïn selbst wahrscheinlicher Weise noch ein Gemeng mehrerer Substanzen ist (und hier wie in der Milch wenigstens die Hüllenmembranen von Fettzellen enthält), andrerseits aber Elementaranalysen über die Verschiedenheit oder Identität von Proteïnkörpern sehr wenig oder gar keine Entscheidung geben können.

In 100 Th. Dotterflüssigkeit fand ich 13,932 % solchen Caseïns (aus der Salmiaklösung durch Essigsäure gefällt); die Menge der in Salmiaklösung unlöslichen Materie (Hüllenmembranen) betrug nur 0,459 %.

Das Albumin der Dotterflüssigkeit ist in der Flüssigkeit enthalten, welche durch Auswaschen des in reinem Wasser unlöslichen Caseïns erhalten wurde; es gerinnt durch Kochen in Flocken, ein Beweis, dass es nicht als Albuminat darin enthalten ist, theilt aber sonst alle Eigenschaften mit gewöhnlichem Eiweiss und wird weder durch Essigsäure präcipitirt noch durch Kälberlab coagulirt. An solchem Eiweiss, welches sich in reinem Wasser auflöste, fand ich 2,841 % in der Dotterflüssigkeit, an solchem dagegen, welches mit dem Caseïn ungelöst geblieben war und erst nach der Fällung des Caseïns durch Essigsäure quantitativ bestimmt wurde 0,892 %. *Prout* fand an sg. Vitellin (also Caseïn + Albumin + Hüllenmembranen) im Eidotter = 17 %, *Gobley* = 15,76 %.

Neben den erwähnten Proteïnkörpern finden sich im Eigelb der Fische sowohl als der Vögel eine Anzahl in Aether löslicher Substanzen, welche Fette sind oder wenigstens bei ihrer Zerlegung saure und neutrale Fette liefern und zwei Farbstoffe aufgelöst enthalten. Die Gesammtmenge dieser in Aether löslichen Materien fand *Prout* 29 %, *Gobley* 30,468 %, ich durchschnittlich 31,146 %. Ein Schwefelgehalt im Eidotterfett ist weder von *Gobley* noch von mir aufgefunden worden; weder die alkoholische Lösung des Eidotterfettes noch das Wasser, womit man dasselbe erwärmt hat, röthet Lackmus.

Zunächst stossen wir bei Untersuchung dieser Fette auf Elain und Margarin, deren Menge *Gobley* zu 21,304 % berechnet.

Allgemein hat man einen Gehalt von Cholesterin im Eierdotter angenommen und *Gobley* hat ihn sogar quantitativ zu bestimmen gesucht und zu 0,438 % berechnet. Ganz entschieden ist aber dessen Gegenwart keineswegs nachgewiesen, obwohl selbst der Schmelzpunkt des von *Lecanu* aus dem Eieröl dargestellten unverseifbaren Fetts (= +145°) mit dem des Cholesterins übereinstimmt. Ich habe mich wenigstens weder durch Messung der Winkel der Krystalle, die man für Cholesterin gehalten hat, noch durch andre Mittel von der Gegenwart wahrhaften Cholesterins überzeugen können; die Krystalltafeln dieses Körpers bilden grösstentheils nicht Rhomben, sondern parallelopipedische Blätter, deren Winkel von denen des Gallenfetts verschieden sind; während die Cholesterintafeln meist einspringende Winkel bilden, sind bei diesen langen Tafeln die spitzen Winkel schief abgestumpft; aus alkoholisch-ätherischer Lösung scheiden sich diese bei langsamem Verdunsten in schönen federfahnenartigen Gruppen ab. Die Krystalle schmelzen leichter als die des Gallenfetts. Dass sie sich auch in kaltem Alkohol leicht zu lösen scheinen, wenn sie noch mit Eidotterfett gemengt sind, würde kein Beweis für ihre Nichtidentität mit dem Cholesterin sein, da das letztre bekanntlich sich bei Gegenwart von öligen Fetten und Seifen auch in kaltem Alkohol leicht auflöst.

Zweifelhaft ist es mir geblieben, ob im frischen Dotterfett Margarinsäure und Oelsäure enthalten sind; in solchem, welches einige Zeit an der Luft gestanden hat, sind diese Säuren unverkennbar nachzuweisen. *Gobley* behauptet, dass beide Säuren sich erst durch Zersetzung eines indifferenten Stoffes, den er neuerdings *Lecithin* nennt, neben Phosphoglycerinsäure bilden.

Dieses Lecithin ist von *Gobley* nicht im isolirten, völlig reinen Zustande dargestellt worden; es scheidet sich aus dem ätherischen Auszuge des trocknen Eidotters beim Verdunsten des Aethers zuerst aus und zwar unter der Form einer *Matière visqueuse*, auf deren Untersuchung *Gobley* einen sehr hohen Werth legt, während bei den meisten andern Fetten sich unter ähnlichen Verhältnissen ebenfalls eine physisch ähnliche, aber chemisch sehr verschiedene Matière visqueuse absetzt; etwas Eigenthümliches habe ich gar nicht daran finden können, denn jedes andre ölreiche Fett scheidet unter übrigens günstigen Verhältnissen eine ähnliche Masse ab, die wesentlich aus viel Margarin und etwas Elain besteht. Richtig ist aber, dass die phosphorsäurehaltige Substanz sich in dem Theile des Fettes befindet, welcher sich zuerst aus der verdunstenden Aetherlösung absetzt. Diese Substanz, vermengt mit Elain und Margarin und noch mit einer andern Materie, die *Gobley Cerebrin* nennt, ist nach seinen neuern Untersuchungen ein durchaus neutraler Körper, welcher durch Behandlung mit Mineralsäuren (weit schwieriger durch organische Säuren) oder mit Alkalien, sowohl in wässriger als alkoholischer Lösung, selbst auch bei Ausschluss des atmosphärischen Sauerstoffs neben Oelsäure und Margarinsäure Phosphoglycerinsäure liefert. An Lecithin fand *Gobley* im Eidotter 8,426 %.

Das Cerebrin wird erhalten, wenn man die Matière visqueuse mit Alkohol und einer Säure versetzt und ruhig stehen lässt; es scheidet sich dann als weisse, weiche Masse ab, welche der *Fremy*'schen Cerebrinsäure oder Oelphosphorsäure entspricht; dieselbe ist ebenfalls neutral, stickstoff- und phosphorhaltig, quillt in Wasser wie Stärke auf, schmilzt bei höherer Temperatur; im isolirten Zustande ist sie in Aether unlöslich, leicht löslich in Alkohol, verbindet sich leicht mit Metalloxyden; bei wiederholtem Auflösen in Weingeist verliert sie phosphorsauren Kalk und röthet Lackmus.

Ausführlicher wird von diesen Stoffen noch unter „Gehirn" und „Nervenmark" die Rede sein, wo wir ohnedies auf diese Materien zurückkommen müssten; wir werden daher dort unsre eignen Versuche und Erfahrungen besser zusammenstellen können, ohne uns unnützer Wiederholungen schuldig zu machen.

Farbstoffe wurden schon von *Chevreul* zwei im Eidotter entdeckt, ein gelber und ein rother; beide lassen sich durch kalten Alkohol ausziehen; der rothe eisenhaltige ist in Aether schwerer löslich als der gelbe eisenfreie; im fettfreien Zustande scheinen sie übrigens

beide in Aether so gut wie unlöslich zu sein; indessen sind beide noch wenig untersucht.

Ob die organische Säure, welche sich in dem Eidotter vorfindet, Milchsäure sei, ist sehr zweifelhaft; wenigstens ist ihre Gegenwart durch das wenige, was *Gobley* anführt, keineswegs erwiesen.

Obgleich *Gobley* sich überzeugt hat, dass die phosphorhaltigen Bestandtheile des Eidotters nicht an Ammoniak gebunden sind, so nimmt er doch noch einen Gehalt von 0,034% Salmiak im Eigelb an.

An Mineralstoffen findet man in der Asche des Eigelbs die gewöhnlichen Salze thierischer Substanzen, allein in ganz andern Proportionen, als man sie sonst zu finden pflegt: die Kaliumverbindungen überwiegen bedeutend die Natriumverbindungen, Chlormetalle fehlen nach *Poleck*[1]) gänzlich, dagegen fanden *H. Rose*[2]) und *Weber* neuerlich, dass in dem Eidotter allerdings etwas Chlornatrium (= 9,12% der unorganischen Materien) nachweisbar ist, sobald die organische Materie weder durch Verkohlen noch durch Einäschern zerstört worden ist. Nur Phosphate und zwar einbasische sind in der nach *Rose's* Methode bereiteten Asche zu entdecken; *Poleck* fand daher 66,7 bis 67,8% Phosphorsäure in derselben, *Weber* 70,92%. Ausserdem findet sich etwas Eisenoxyd (1,45% der Asche) und eine geringe Menge Kieselsäure (= 055%) in der Asche des Eigelbs. Jedem, der der oben angeführten Zusammensetzung der Blutkörperchen eingedenk ist, wird hier die grosse Analogie zwischen der Natur der Blutzellensalze und des Eigelbs auffallen; wir werden sogleich sehen, dass dagegen die Zusammensetzung der Salze des Albumens der Hühnereier sich in ähnlicher Weise der der Serumsalze anschliesst.

Wir wiederholen, dass *Gobley* ganz dieselben Stoffe, sogar fast in gleicher Proportion, in den Eiern der Fische gefunden hat, welche, wie die der meisten Thiere, nur aus Dotter bestehen und nicht mit einer besondern Eiweissschicht umgeben sind, wie die der Vögel.

In 30 Eiern fand ich 466,2 grm. Dotter; demnach würde ein Hühnerei durchschnittlich 15,54 grm. Eigelb enthalten, *Poleck* erhielt aus 29 Eiern = 427,361 grm., wornach durchschnittlich ein Ei 14,75% Dotter enthalten würde. Der Wassergehalt des Dotters frischer Eier ist ziemlich wechselnd; er schwankt zwischen 48 und

1) *Poleck,* Poggend. Ann. Bd. 79. S. 155—161.
2) *Rose,* ebendas. S. 398—429.

55 %. An unorganischen Materien fand *Poleck* in dem Eidotter = 1,523 %.

Knüpfen wir hieran sogleich leichtern Vergleichs halber die quantitativen Verhältnisse, welche das Albumen der Hühnereier betreffen. In 30 Eiern fand ich 690,3 grm., also durchschnittlich in einem Ei 23,01 grm. Albumen; *Poleck* in 29 Eiern = 719, 742 grm. also in einem = 24,8 grm. Auch der Gehalt des Eiweisses an *Wasser* ist sehr variabel, schwankt zwischen 82 und 88 %. Durchschnittlich fand ich im frischen Albumen = 13,316 % fester Bestandtheile. An *unorganischen Bestandtheilen* enthält das Albumen 0,64 bis 0,68 % (*Poleck* 0,65 %). In dem getrockneten Albumenrückstande fand ich durchschnittlich 3,042 % schmelzbarer Asche.

In der Asche des Albumens sind die *löslichen Salze* bedeutend überwiegend über die *unlöslichen*, während in der Asche des Dotters das Umgekehrte der Fall ist; das Plus der löslichen in der Albumenasche rührt hauptsächlich von dem nicht unbedeutenden Gehalte an Chlormetallen = 50,45 % (nach *Poleck* = 41,92 % Chlorkalium und 9,16 Chlornatrium) her. An Säuren gebundenes Natron findet sich im Eiereiweiss in weit grössrer Menge als im Eidotter (in ersterem nach *Poleck* und *Weber* 23,04 in letzteren = 5,12 oder 5,70 %), während die Verhältnisse der Kalisalze gerade umgekehrt sind (im Albumen = 2,36 Kali, im Dotter = 8,93 oder 8,60 %). Phosphorsäure kommt in der Albumenasche nur in sehr geringer Menge vor (= 4,83 %); dagegen findet sich hier auch Kohlensäure (11,6 und 14,05 %) und etwas Schwefelsäure (= 1,40 und 2,63 %). Kieselsäure findet sich fast in derselben Menge in der Asche des Albumens (= 0,49 %) wie in der des Dotters, Eisenoxyd dagegen in geringerer Menge (= 0,34 und 0,44 %), so auch Kalk und Talkerde (1,74 % Ca und 1,60 % Mg), wogegen in der des Eigelbs die sechs- bis siebenfache Menge derselben und zwar mit Ueberwiegen des Kalks gefunden wurde (= 12,21 % Ca und 2,07 % Mg). Alle diese Verhältnisse deuten auf eine bestimmte, gewiss nicht zwecklose Vertheilung der anorganischen Materien in der Zelle und der Intercellularflüssigkeit des thierischen Körpers, ein Gesichtspunkt, der uns für die Betrachtung der Entwicklungsgeschichte (im 3. Th.) von hoher Bedeutung sein wird.

Dass im Eiweiss, so wie man es unmittelbar aus frischen Eiern erhält, bereits kohlensaure Salze enthalten sind, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man etwas Eiweiss unter dem

Mikroskop mit Essigsäure versetzt; es ist dann eine oft ausserordentlich bedeutende Luftentwicklung wahrzunehmen. Die Quantität dieser präformirten kohlensauren Salze scheint aber sehr verschieden zu sein und ist vielleicht abhängig von der längern oder kürzern Zeit, welche die Eier an der Luft gelegen haben, durch deren Kohlensäure möglicher Weise dem Natronalbuminat ein Theil der Basis entzogen worden sein kann.

Freie Gase sind im Albumen und im Dotter so gut enthalten, wie in allen thierischen Flüssigkeiten.

An Albumin (unter den Th. 1. S. 347 angegebenen Vorsichtsmassregeln bestimmt) findet sich meinen Untersuchungen nach im frischen Eiweiss = 12,274 %, im getrockneten Eiweiss = 92,293 %. Ueber den Unterschied zwischen dem Albumin der Eier und dem des Blutserums vergleiche man Th. 1. S. 343.

Das Eiweis der Eier ist keineswegs fettfrei, wenn auch die Menge des Fettes ausserordentlich gering ist. Betrachtet man frisches Eiereiweiss unter dem Mikroskop, so entdeckt man hie und da kleine in 3 und 4 Zacken oder Spitzen auslaufende Körnchen, die der mikrochemischen Untersuchung nach nichts weiter, als Fett sein können und zwar Margarin. Extrahirt man ferner getrocknetes Eiereiweiss mit Aether, so erhält man zuweilen eine lichthimmelblaue Lösung, jedoch nicht immer; das Fett, welches nach Verdunstung des Aethers zurückbleibt, besteht aus Elain und Margarin, enthält aber auch ölsaures und margarinsaures Natron, wenn alkoholhaltiger Aether zur Extraction angewendet wurde; es wird aus alkoholischer Lösung durch essigsaures Bleioxyd gefällt; für sich eingeäschert hinterlässt es eine alkalisch reagirende, mit Säuren aufbrausende Asche.

Es ist bereits Th. 1. S. 297 nachgewiesen worden, dass das gewöhnliche Albumen normal Zucker enthält; einigen Bestimmungen nach beträgt die Menge des in 100 Th. trocknen Eiweissrückstandes enthaltenen Zuckers = 0,5 % (aus der bei eingeleiteter Gährung entwickelten Kohlensäure bestimmt).

Die Zahl der nach Abzug der Fette, des Zuckers und der Salze bestimmten extractiven Materien des Albumens ist ziemlich gering; ich fand im festen Rückstande desselben 3,143 %.

Es ist bemerkenswerth, dass in das Alkoholextract so wie in das Wasserextract, wenn man das Eiweiss vorher nicht neutralisirt, etwas Natronalbuminat mit übergeht, und dadurch leicht eine scheinbar grössere Menge an Extractivstoffen erhalten werden kann; die an Alkali gebundene Essigsäure des alko-

holischen Extractes wurde daher bei der Bestimmung der Extractivstoffe mit abgezogen.

Wenn das Eiweiss der Eier auch eines der gewöhnlichsten Objecte ist, welches zu Untersuchungen verwendet wird, so existirt doch noch keine genaue Analyse desselben; es sind aber zu seiner Analyse einige Vorsichtsmassregeln nothwendig, die man bisher unterlassen hat zu beachten. Das gallertartige Eiweiss, wie man es aus frischen Eiern erhält, ist nicht blos ein durch Wasser aufgequollenes Albumin oder Natronalbuminat nebst anhängendem Fett und eingemengten löslichen Stoffen, sondern es enthält auch unlösliche membranöse Theile; hierzu gehören nicht blos die Chalazen, sondern auch feine, texturlose, nur schwach granulirte Häutchen, welche das Albumin nach verschiedenen Richtungen hin durchkreuzen und so einhüllen, dass es nach vorsichtiger Entfernung aus dem Ei immer noch eine ziemlich cohärente Masse ausmacht. Diese feinen Membranen haben dieselbe lichtbrechende Kraft, wie das in ihnen eingeschlossene Eiweiss; daher werden sie erst auf Zusatz von Wasser sichtbar. Man darf aber nicht glauben, dass alle die Flocken, welche sich nach Mischung des Albumens mit Wasser ausscheiden, nur die vorher unsichtbaren Membranen sind; es trennt sich nämlich auch das Natronalbuminat der Eier gleich dem des Blutserums durch starke Verdünnung mit Wasser in ein alkalireicheres Albuminat und in ein alkaliarmes Albumin; das letztere vermehrt die unlöslichen Theile des mit Wasser versetzten Albumens. Man kann sich hiervon sehr leicht überzeugen, wenn man so behandeltes und von ausgeschiedenen Flocken fast weiss und undurchsichtig gewordenes Eiweiss mit einem wenn auch nur neutral reagirenden Alkalisalze, z. B. Chlornatrium, Salmiak und dergl., versetzt; ein sehr grosser Theil der Trübung verschwindet alsdann und man erkennt in dem noch ungelöst gebliebenen unter dem Mikroskop nur noch die Ausläufer der Chalazen und die membranösen Theile. Will man daher im Eiereiweiss das eigentliche *Albumin* genauer bestimmen, so muss eine im verschlossenen Gefässe gewogene Menge frischen Albumens mit Wasser in einer Reibschale gehörig zusammen gerieben werden; dann ist das gewässerte Albumen in ein Cylinderglas zu spülen und mit der 15- bis 20fachen Menge Wassers zu verdünnen. Ohne diese starke Verdünnung ist die Eiweisslösung kaum filtrirbar, und selbst dann oft nicht im Sommer bei hoher Temperatur, wo Byssus- und Vibrionenbildung nur zu schnell eintritt. Ist die ganze Flüssigkeit erst auf das Filter gebracht, so ist es räthlich,

den Rückstand ohne Weiteres mit salmiakhaltigem Wasser zu behandeln und dann erst vollständig auszusüssen. Der Salmiak löst nicht blos das durch Wasser präcipitirte Albumin auf, sondern er bewirkt auch, dass beim darauf erfolgenden Kochen der filtrirten Flüssigkeit das Albumin vollständig coagulirt wird; es vertritt die Stelle der sonst empfohlenen Essigsäure, indem sich Clornatrium und Ammoniakalbuminat bildet, welches letztre beim Kochen das Ammoniak verliert, vollständig gerinnt und ein gut filtrirbares Coagulum bildet.

Das Fett des Eiweisses, ebenso die sg. *Extractivstoffe* und der *Zucker* sind nach den oft erwähnten Methoden nachzuweisen und quantitativ zu bestimmen.

Der Gehalt an präformirtem *kohlensauren Alkali* ist nur auf dieselbe Methode, wie wir sie beim Blute und den Transsudaten (vergl. S. 321) angegeben haben, zu ermitteln; kennt man diesen, so lässt sich leicht auch ein Mittel finden, um das an Albumin gebundene Alkali zu berechnen. Leider fallen aber wegen des verschiedenen Gehalts einzelner Eier an kohlensauren Alkalien und an mit Albumin verbundenem Alkali die einzelnen Bestimmungen so verschieden aus, dass sich ein bestimmtes Verhältniss von Alkali zu Albumin und von kohlensaurem Alkali zu Natronalbuminat noch nicht hat ermitteln lassen.

Die Analyse der Dotterflüssigkeit hat auch ihre Schwierigkeiten, die zum Theil nicht gänzlich zu überwinden sind. Was zunächst die Dotterkügelchen betrifft, so sind diese auf mechanischem Wege um so weniger von der übrigen Flüssigkeit zu trennen, als neben ihnen noch die freien Körnchen ungelösten Vitellins und freie Fettbläschen vorkommen. Als den besten Weg der Analyse habe ich noch folgenden gefunden: wie bei allen andern Flüssigkeiten ist zunächt deren fester Rückstand und der Salzgehalt desselben zu bestimmen; letzterer aber auf keine andere Weise, als nach der Methode von *Rose*, da man hier unfehlbar eine Menge Phosphorsäure durch starke Glühhitze beim Einäschern verlieren würde. Will man die albuminösen Bestandtheile der Dotterflüssigkeit einigermassen genau bestimmen, so muss natürlich das unverletzte Dotter vorher von anhaftender Eiweissflüssigkeit durch oft wiederholtes aber schleuniges Abspülen befreit worden sein. Die ausgelaufene sehr leicht eintrocknende Dotterflüssigkeit ist nach dem Wägen mit Aether zu schütteln, so lange als sich dieser nur noch schwach gelblich färbt. Die rückständige wässrig albuminöse Flüssigkeit bildet dann einen dichten, weissen Brei; dieser wird mit Wasser geschüttelt, welches einen grossen Theil eiweissartiger Ma-

terie in sich aufnimmt; dessen Menge wird durch Kochen u. s. w. bestimmt und die vom Coagulum abgelaufene Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand mit Alkohol extrahirt und somit die Menge des Wasser- und Alkoholextracts ermittelt, diess jedoch nur als Controle der andern Methode, wornach die Menge der Extracte aus dem festen Rückstande der Gesammtflüssigkeit bestimmt wird.

Von den albuminösen Bestandtheilen des Dotters bleibt aber eine sehr grosse Menge in Wasser ungelöst, nämlich Caseïn und etwas alkalifreies Albumin; diese sind nun mit verdünnter Salmiaklösung zu behandeln, von welcher die unter dem Mikroskop sichtbaren Körnchen des Dotters, das Caseïn, und das durch Wasser präcipirte Albumin, gelöst werden. Die Lösung dieser Stoffe wird erhitzt, wodurch das *Albumin* gefällt wird, die hiervon abfiltrirte caseïnhaltige Flüssigkeit aber vorsichtig mit verdünnter Essigsäure versetzt und so das *Caseïn* gefällt oder umgekehrt erst das Caseïn durch Essigsäure und dann das Albumin nach Neutralisation der Essigsäure mittelst Ammoniak durch Kochen präcipitirt. Um jedoch alle Proteïnsubstanz aus der Flüssigkeit zu entfernen, ist es nöthig, dass die filtrirte Flüssigkeit zur Trockenheit verdunstet und der Rückstand durch Auslaugen mit kaltem Wasser von Salmiak und essigsaurem Ammoniak befreit werde. Uebrigens erinnern wir hier nur an die früher (S. 213) gegebene Regel, dass alle albuminösen Stoffe nach vollendetem Aussüssen mit Wasser auch noch mit siedendem Spiritus zu behandeln sind, theils damit ihnen noch anhaftende, in Wasser unlösliche, in Alkohol aber lösliche Stoffe noch entzogen werden können. Beim Vitellin ist diess um so nöthiger, da dieses, auf die oben genannte Weise erhalten, selten ganz fettfrei ist.

Die in Salmiakwasser unlöslichen, weissen Flocken, welche hauptsächlich aus den *Hüllenmembranen* der Dotterkügelchen bestehen, sind mit destillirtem Wasser zur Entfernung des Salmiaks auszuwaschen, zu trocknen und zu wägen.

Die Bestimmung des *Zuckers* geschieht aus dem fettfreien Alkoholextracte durch Gährung oder die Fehling-Trommer'sche Methode.

Milchsäure, wenn solche wirklich vorhanden, dürfte sich bei der höchst geringen Menge, in der sie sich nur vorfinden kann, kaum quantitativ bestimmen lassen.

Um die Menge des *Fettes* und der *phosphorhaltigen Materien* der Dotterflüssigkeit zu bestimmen, muss diese verdunstet und bei 110° getrocknet worden sein, ehe man sie mit Aether extrahirt. Eine ge-

naue Trennung der verschiedenen in Aether gelösten Substanzen ist bis jetzt nicht möglich; doch werden wir auf die Methoden, die phosphorhaltigen Substanzen von den Fetten, fettsauren Salzen und Lipoïden einigermassen zu trennen und quantitativ zu bestimmen, ausführlicher bei Betrachtung der Hirnmasse und des Nervenmarks zurückkommen, da dort noch die phosphorhaltigen Materien unsre besondre Beachtung erfordern. Auf die Methode, die neutralen Fette von den Fettsäuren zu unterscheiden und zu trennen, ist im Allgemeinen schon Th. 1. S. 253 hingewiesen worden.

Wir enthalten uns hier aller Bemerkungen über den physiologischen Werth der einzelnen Bestandtheile des Dotters, da wir bei der Entwicklungsgeschichte gerade diesen Gegenstand der ganzen Betrachtung zu Grunde legen müssen. Es ist gewiss kein voreiliger Schluss, wenn wir im Ei die thierischen Substrate fertig zur Zellen- und Gewebsbildung abgelagert glauben, und wenn wir daher unsre Anschauung von der Umwandlung der Nährstoffe in organisirte Materien gerade auf die Constitution der Eiflüssigkeit und die Entwicklung des Embryo in derselben begründen. Wir würden uns daher unnützer Wiederholungen schuldig machen, wollten wir hier schon die Dignität jedes einzelnen Eibestandtheils für die Entwicklungsgeschichte abwägen.

Schleim.

Kaum dürfte irgend eine andere thierische Flüssigkeit in der ganzen Säftelehre noch so wenig wissenschaftlich erforscht sein, als der Schleim. Die Gründe dieser traurigen Thatsache sind indessen sehr leicht einzusehen Zuvörderst ist an sich der Ausdruck Schleim ein sehr vager Begriff; man hat zwar gesagt, das Secret der Schleimhäute sei nur als Schleim zu betrachten; indessen finden wir auch unter gewissen Verhältnissen im thierischen Organismus einen limpiden, zähen Saft, der alle Charactere des Schleimes an sich trägt, ohne von einer wahren Schleimhaut mit sg. Schleimfollikeln secernirt zu sein. Wir erinnern nur an den schleimigen Inhalt gewisser Cystenbildun-

gen, der nach den Untersuchungen *Virchow's*[1]) und *Rokitansky's*[2]) alle Reactionen giebt, die man dem normalen Schleime als einigermassen characteristisch zuschreiben kann. Mehrere colloïde abnorme und normale Bildungen, z. B. die Wharton'sche Sulze, verwandeln sich in eine Flüssigkeit, die durch keine Reaction von normalem Schleimsafte zu unterscheiden ist. Ein andrer und zwar noch wichtigerer Grund, welcher das Schweigen der Chemiker über die Constitution des Schleimes erklärt, ist der, dass der normale Schleim immer mit morphologischen Elementen so erfüllt oder durchsetzt ist, dass kein reines chemisches Object erlangt werden konnte; eine Trennung dieser Bildungen von dem eigentlichen Schleimsafte ist noch heute unmöglich, und man muss sich, will man eine chemisch geniessbare Untersuchung des Schleimes anstellen, auf die seltnern Fälle beschränken, wo einmal ein Schleimsaft vorkommt, der arm an jenen Zellenbildungen ist oder aus dem sie sich zufällig leicht entfernen lassen. Selten sind diese Fälle, und noch bleibt dann die Frage: ist das Untersuchungsobject wirklich vollkommen identisch mit dem Schleimsafte? Darf man einigen übereinstimmendern Reactionen zufolge diese aus so verschiedenen Quellen entsprossenen Säfte für identisch erklären, während man Globulin von Albumin, Vitellin von Caseïn zu trennen für recht hält? Können wir nicht selbst aus dem Albumin und Fibrin durch Behandlung mit Alkalien Verbindungen herstellen, die alle physikalischen und manche chemischen Eigenschaften mit dem Schleimsafte gemein haben? Und wie verschieden sind endlich die Eigenschaften und Fähigkeiten völlig legitimen, verschiedenen Schleimhäuten entsprossenen Schleimes? Wir denken hier nicht an die saure oder alkalische Reaction, nicht an die Beimengung verschiedenartiger Zellenbildungen, wir erinnern nur an die verschiedene Fähigkeit, mit Säuren auf Animalien verdauende Kräfte auszuüben. Wenn aber auch alle diese Schwierigkeiten dem Chemiker überwindbar wären, so würden seine Bemühungen doch an dem Unternehmen scheitern, sich eine Normalflüssigkeit zu verschaffen. Denn die Abscheidung des Secrets ist auf allen Schleimhäuten so gering, so lange sich dieselben im normalen Zustande befinden, dass kaum Spuren desselben zu erlangen

---

1) *Virchow*, Verhandl. der Gesellsch. f. Geburtshülfe in Berlin. 1848. Bd. 3. S. 203.

2) *Rokitansky*, Zur Anatomie des Kropfes, aus d. 1. Bd. der Denkschriften der mathem. naturwiss. Classe d. kais. Ak. d. Wissensch. besonders abgedruckt. Wien 1849. S. 11.

sind; man weiss aber, wie leicht die Schleimhäute afficirt werden und wie sehr alsdann das Secret von dem normalen verschieden ist; wir können ja fast täglich beobachten, wie schnell sich die Zahl der sg. Schleimkörperchen bei dem geringsten Reize der Schleimhaut vermehrt, und wir wissen hauptsächlich durch *Jul. Vogel*, dass eine gereitzte Schleimhaut in der Regel nicht blos solche Körperchen, sondern auch eiweissartige, coagulirbare Materie absondert, wie sehr sie zur Bildung von wahrhaften Transsudaten und Exsudaten geneigt ist. Wenn wir alle diese Umstände erwägen, so werden wir darin für den Chemiker Entschuldigung genug finden, dass er im Ganzen noch so wenig Aufmerksamkeit diesem Gegenstande gewidmet hat, so wünschenswerth auch in chemischer wie in physiologischer Hinsicht eine genaue Untersuchung des Schleims sein mag; haben doch selbst die Physiologen die Frage seiner Bildung noch nicht völlig entschieden; denn während man an den meisten Schleimhäuten besondre Organe, die sg. Schleimbälge, als die Quellen des Schleimes betrachtet, giebt es doch auch schleimabsondernde Häute, welche jener Follikeln gänzlich entbehren, z. B. die der Kiefer-, Stirnbein-, Trommel- und Keilbeinhöhlen, die Ovula Nabothi, die Synovialsäcke, endlich die abnormen Bildungen, wie Hygroma, Cysten u. dergl. Der Schleim kann also nicht oder wenigstens nicht allein in den drüsigen Organen der Schleimhäute seine Quelle haben. *Tilanus*[1]) macht darauf aufmerksam, dass alle diese Häute mit einer Epithelialschicht überzogen seien und dass wohl die Epithelialzellen integrirende Begleiter des Schleimsaftes seien und deshalb dieser mit jenen in einem ursächlichen Zusammenhange stehen möchte. Allein nach *Virchow's*[2]) und *Rokitansky's*[3]) Erfahrungen scheint auch die colloïde Materie mancher Cysten der Thyreoïdea, der Leber, der Nieren und des Ovariums ohne Anwesenheit von Epithelien in eine dem Schleim höchst ähnliche oder gleiche Materie übergehen zu können. Wie der permanente Knorpel in Leim, so wird die Wharton'sche Sulze leicht in Schleim umgewandelt (*Virchow*[4]).

Ziehen wir auch hier zunächst in Kürze die dem normalen und abnormen Schleime beigemengten histologischen Elemente in Betracht.

Normaler Schleim ist nie frei von den Epithelien der Schleim-

1) *Tilanus*, de saliva et muco, spec. inaugur. Amstelodami 1849. p. 56—75.

2) *Virchow*, Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. Bd. 1. S. 115.

3) *Rokitansky*, üb. d. Cysten, aus d. 1. Bde. d. Denkschr. d. math. naturw. Cl. d k. Ak. d. W. besonders abgedruckt. Wien 1849. S. 20.

4) *Virchow*, Privatmittheilung.

haut, der er entsprungen, ja er besteht fast lediglich aus Epithelien, die nur durch einen pelluciden Saft zusammengeklebt erscheinen. Diess ist ebensowohl der Fall bei den Schleimhäuten, die mit Plattenepithelien überzogen sind, als bei denen, die Cylinder- oder Flimmerepithelien enthalten; doch sind die Cilien der letztern gewöhnlich abgestossen, so dass man selbst bei abnormer Absondrung nur selten noch vollständige Flimmerepithelien auffindet.

Schleimkörperchen sollten nach den Behauptungen mehrerer Beobachter im normalen Schleime nicht vorkommen, allein wenn man den Auswurf aus der Mundhöhle, das normale schleimige Harnwölkchen oder feste Excremente sorgfältig untersucht, so wird man immer einzelne dieser Körperchen finden. Obgleich die Schleimkörperchen, die man wohl mit Recht für abortive Epithelialzellen ansieht, in morphologischer und selbst in mikrochemischer Hinsicht keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale von den Eiterkörperchen an sich tragen, so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dass die normalen, nur sparsam vorkommenden Schleimkörperchen ebensowohl als die von einer katarrhalisch afficirten Schleimhaut abgesonderten Schleimkörperchen erst nach Behandlung mit Wasser oder Essigsäure den Kern erkennen lassen, dann aber einen einfach oder mehrfach gespaltenen. Der sogenannte blennorrhoïsche Schleim enthält wenig Epithelien und besteht fast nur aus Schleimkörperchen, die in einer mehr oder minder grossen Menge schleimiger Intercellularflüssigkeit suspendirt sind. Weder an dem Gesammtsecrete noch an dessen Zellen ist ein wesentlicher Unterschied von Eiter aufzufinden.

Bei sogenannten exsudativen oder croupösen Entzündungen der Schleimhäute findet man in dem ausgeworfenen Schleime, rühre er von Diphtheritis, Pneumonie, Dysenterie, Bright'scher Krankheit oder ähnlichen Affectionen der Schleimhäute her, Fibrincoagula, welche oft den Abdruck der Höhle oder des Canales bilden, dem sie entsprungen sind, häufig aber auch kleine fasrige, von Schleim- oder Eiterkörperchen durchsetzte fasrige Flocken darstellen. In solchen Fällen pflegen auch Blutkörperchen nicht zu fehlen.

Wenn die Entzündung der Schleimhaut vorüber ist, und das croupöse Exsudat nicht als solches aus dem Canale entfernt wird, pflegt es Veränderungen zu erleiden, welche beim gewöhnlichen Verlaufe des Processes zur Bildung von Eiterkörperchen, bei langsamer Resolution des Exsudats zur Bildung sg. *Entzündungskugeln*, Körnchenzellen und *Körnchenhaufen* Veranlassung geben. Dass die

Grössen und Formen dieser morphologischen Molecule höchst verschieden sind, lehrt die Histologie. Wir müssen aber hier noch besonders darauf aufmerksam machen, dass auch eine Art solcher Körchenzellen im Schleime und zwar vorzugsweise im Bronchialschleime gefunden wird, ohne dass eine croupöse Schleimhautentzündung vorangegangen ist. Solche finden sich nämlich in jenem zähen, dichten Schleime, der bei inveterirtem Bronchialkatarrh namentlich älterer Personen ausgeworfen wird. Neben den Körnchenzellen und Körnchenhaufen findet sich nur wenig Schleimsaft und selten noch andre morphologische Elemente; die Körnchen der Zellen sind gewöhnlich viel grösser, als die der gewöhnlichen Entzündungskugeln, und stark lichtbrechend, dem Nervenmarke ähnlich; sie gleichen in vieler Hinsicht den Corps granuleux der Milch. Neben diesen kommen concentrisch gestreifte Körperchen vor, welche oft die Grösse und Form der Stärkmehlkörnchen aus Kartoffelmehl haben und diesen überhaupt sehr ähneln; sie mögen wohl identisch sein mit den von *Henle*[1]) unter ähnlichen Verhältnissen gefundenen *Hassal'schen Körperchen*.

Bekannt ist, dass solche Sputa oft eine graue, wie angeruste Farbe haben; ja es sind in ihnen oft stahlgraue, sehr glänzende Flimmerchen mit blossen Augen zu erkennen; mit Nadel und Scalpell können diese Flimmerchen leicht isolirt werden; bringt man sie unter das Mikroskop, so bemerkt man nichts als eng aneinander gelagerte Körnchenzellen der eben beschriebenen Art, aber keine Spur von Pigmentmolecülen oder schwarz oder dunkel gefärbtem Massen. Es dünkt mir diese Erscheinung kaum anders erklärlich, als dass von den dicht gelagerten, das Licht stark refrangirenden Zellen alles Licht absorbirt wird, so wie auch viele Schwefelmetalle in Massen dem unbewaffneten Auge schwarz erscheinen, in feiner Vertheilung aber unter dem Mikroskop bei starker Vergrösserung stark lichtbrechenden Bläschen gleichen. Man hat die schwarze, rusige Färbung oft von Lampenrus oder fein vertheiltem vorher mit eingeathmetem Kohlenstaub abgeleitet; ich habe nie etwas dem ähnliches finden können, wage aber deshalb keineswegs in Abrede zu stellen, dass unter gewissen Verhältnissen, namentlich bei Kohlenarbeitern, Schmidten, Schlossern u. dergl., Kohlenstäubchen sich dem Bronchialschleime beimengen können. Manche der über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen streifen aber sehr ans Fabelhafte.

Freies Fett in Form von Bläschen oder höchst feinen Körnchen findet sich fast in aller Art von Schleim bald nur in Spuren, bald in grosser Menge vor.

Molecular- oder Elementarkörnchen fehlen selten im Schleimsafte, sind aber in grosser Menge besonders dann zu beobach-

1) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 7. S. 411.

ten, wenn der Schleim einem ungesunden Boden entsprossen ist, bei Tuberculose, Krebs, hauptsächlich bei Typhus; in letzterm erscheinen die milchfarbnen Sputa unter dem Mikroskop wie von einem Schleier feinster Körnchen eingehüllt. Häufiger noch bemerkt man solche Körnchen im Darmschleime, da hier durch die Zersetzung der Albuminsubstanzen die Ausscheidung solcher Molecüle sehr gefördert wird.

Einzelne Darm- und Zellenbildungen verschiedener Form und Grösse (Valentin's Exsudatzellen u. dergl.) so wie ähnliche Elemente aus den solitären und conglomerirten Drüschen, die in den Schleimhäuten zu nisten pflegen, sind Körper, denen man in krankhaft abgesondertem Schleime oft begegnet.

Vibrionen, *mikroskopische Pilzbildungen* u. dergl. organisirte Theile sind nur als zufällige Vorkommnisse zu betrachten.

Unter den chemischen Bestandtheilen des Schleimes steht der eigentliche Schleimstoff, *Mucin*, obenan. Die Gegenwart dieses Stoffes ertheilt dem Schleime seine wesentlichsten Eigenschaften; leider hat man ihn, insoweit er Absonderungsproduct wirklicher Schleimhäute ist, noch nicht vollständig von den obenerwähnten morphotischen Stoffen trennen können, und noch weniger ist es gelungen, ihn rein und frei von andern chemischen organischen oder anorganischen Substanzen zu trennen. Zum Theil liegt hierin gewiss ein Grund, weshalb verschiedener Schleimsaft sich gegen einzelne Lösungsmittel und Reagentien oft sehr verschieden verhält.

Gewöhnlich hält man den Schleimstoff für eine in Wasser unlösliche, darin nur aufquellende und sich sehr fein vertheilende Substanz, zuweilen kommt jedoch ein Schleim vor, wie z. B. *Scherer*[1]) gefunden, der sich in Wasser wirklich auflöst und demnach durch Filtriren von den morphotischen Stoffen getrennt werden kann. Die Schleimflüssigkeit gerinnt in der Wärme nicht, ja sie wird sogar zuweilen dadurch dünnflüssiger und einer wahren Auflösung ähnlicher; durch Alkohol wird der Schleimstoff aus der Flüssigkeit in Flocken und Fäden niedergeschlagen, durch Behandlung quillt er aber wieder darin auf und nimmt seine frühern Eigenschaften an. Durch verdünnte Essigsäure wird er aus Flüssigkeiten in klebrige Flocken gefällt; bildete er eine gallertartige Masse, so wird er durch dieselbe Säure in weisse Fäden verwandelt; in überschüssiger verdünnter Säure sind Flocken und Fäden unlöslich, wohl aber werden sie durch concentrirtere Essigsäure, namentlich beim Erwärmen, aufgelöst.

1) *Scherer*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 57. S. 196—201.

Ganz ähnlich verhalten sich Mineralsäuren; auch diese präcipitiren den Schleimstoff in verdünntem Zustande, lösen ihn aber, wenn man sie concentrirt anwendet, sehr leicht wieder auf. In verdünnten Alkalien löst sich derselbe leicht auf, schwerer dagegen in concentrirteren; aus den Lösungen der verdünnten Alkalien wird er durch Essigsäure in grösserer Menge gefällt, als aus seiner Auflösung in concentrirten; dies rührt nämlich daher, dass er in nicht allzu verdünnten Lösungen neutraler Alkalisalze wo nicht vollständig löslich, doch als Gallerte sehr fein vertheilbar ist; das essigsaure Kali verhindert also in solchen Fällen die vollständige Ausscheidung des Schleimstoffs in Flocken. Oft wird gallertartiger Schleim durch Wasser gleichsam coagulirt; er verdichtet sich und verliert die durchscheinende gallertartige Beschaffenheit; diess mag wohl daher rühren, dass ihm Alkali oder Alkalisalze, denen er seinen gallertartigen Aggregatzustand zum Theil verdankt, durch das Wasser entzogen werden. Blutlaugensalz fällt den Schleimstoff weder aus der alkalischen noch aus der sauren Lösung (wenn Schleim aus der essigsauren Lösung durch Blutlaugensalz gefällt wird, was nicht zu selten ist, so dürfte neben dem Schleimstoff wohl Albumin oder ein ähnlicher Proteïnkörper zugegen sein). Wird dagegen Schleim mit concentrirter Essigsäure gekocht, so wird er durch Kaliumeisencyanür sehr stark gefällt. Durch concentrirte heisse Salpetersäure wird er gelb gefärbt, durch Erwärmen mit Salzsäure an der Luft blau. Gerbsäure oder basisch essigsaures Bleioxyd geben aus der wässrigen, schwach alkalischen Schleimlösung bedeutende Niederschläge; geringe Trübungen dagegen nur Alaun, Chromsäure, Quecksilberchlorid, neutrales essigsaures Bleioxyd und andere Metallsalze.

Man hat mehrere Elementaranalysen des Schleims angestellt, allein insofern sie zugleich die Epithelien mit in sich begriffen, können sie natürlich keinen Aufschluss über die Zusammensetzung des Mucins geben; nur *Scherer* ist es gelungen, ein zur Elementaranalyse einigermassen geeignetes Präparat darzustellen; er fand in 3 Analysen durchschnittlich 52,1% Kohlenstoff, 6,97% Wasserstoff, 12,82% Stickstoff und demnach 28,11% Sauerstoff. Schwefel wurde nicht darin gefunden, wohl aber 4,114% weisser Asche, welche ausser ziemlich viel phosphorsaurem Kalk auch kohlensaure Alkalien enthielt.

Scherer erhielt den Schleim aus einem neugebildeten Sacke zwischen Trachea und Oesophagus (abnorm erweiterter bursa mucosa?); dieser wurde durch starke Verdünnung mit Wasser filtrirbar, so dass die morphotischen Stoffe ab-

geschieden werden konnten; aus der Lösung wurde der Schleimstoff wiederholt durch Alkohol gefällt, mit Alkohol und Aether ausgekocht u. s. w.

Der leicht zu bestätigenden Erfahrung *Jul. Vogel's*, dass der Schleim bei katarrhalischer Reizung der Schleimhaut alsbald einen grössern oder mindern Gehalt an Albumin zeigt, ist schon oben Erwähnung gethan worden. Es kommen aber Fälle vor, wo auch der normale Schleim eiweisshaltig ist; zählt man, wie man kaum anders kann, den mit Labsaft untermengten schleimigen Ueberzug des Magens zum Schleim, so haben wir hier einen Schleimsaft, welcher constant Albumin enthält (*Buchheim*[1]). Den Inhalt der *Naboth*'schen Bläschen sah ich beim Erhitzen sich trüben. In der Synovia der Gelenkbeutel fand *Tilanus* neben Schleimstoff stets Eiweiss; die schleimige Flüssigkeit der Colloïdcysten enthält nach den von *Virchow* und *Rokitansky* damit angestellten Reactionen bald mehr bald weniger Albumin.

Man hat auch noch eine eigenthümliche Substanz, das von *Güterbock* in manchem Eiter gefundene Pyin, als constanten Bestandtheil des Schleims ansehen wollen (*Eschholtz*[2]), ja dasselbe sogar für identisch mit dem Schleimstoff halten wollen: allein ein näherer Vergleich der Eigenschaften des beim Eiter zu beschreibenden Pyins mit denen des Mucins kann Jeden leicht von dem Irrigen dieser Behauptung überzeugen.

Fett ist im normalen Schleim nur in sehr geringer Menge enthalten, jedoch mit dem Auftreten von Albumin und grössern Mengen von Schleimkörperchen wird das Schleimhautsecret auch reicher an Fett. Im festen Rückstande des normalen Nasenschleims fand *Nasse*[3]) 6,25% eines halbfesten, gelblich weissen Fettes (während derselbe Schleim nur 4,448% feste Bestandtheile enthielt).

Auch der Schleim enthält seine in Wasser und in Alkohol löslichen Extractivstoffe; genauer sind diese nicht untersucht; durch Drüsensecrete, wie sie im Magen und Darmkanale sich dem Schleime beimengen, wird die Zahl dieser Stoffe zweifelsohne vermehrt; man hat daher häufig Darmsaft und Darmschleim völlig identificirt; allein die Begriffe des Schleimes und des auf die Darmschleimhaut sich ergiessenden Drüsensecrets sind dem Wesen nach streng aus einander zu halten; vom Darmsafte ist aber bereits oben S. 111—113 die Rede gewesen.

---

1) *Buchheim*, Dissert. inaug. Lips. 1845.
2) *Eschholtz*, Rust's Magazin. Bd. 10. S. 160.
3) *Nasse*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 29. S. 59 ff.

Unter den Extractivstoffen verbirgt sich auch die freie Säure, die man oft im Schleime findet; *Andral*[1]) behauptet, dass wahrer, reiner Schleim im gesunden Zustande stets sauer sei; diese Behauptung mag wahr sein, ist jedoch noch keineswegs erwiesen und dürfte auch schwer zu beweisen sein; denn da wir eben ganz reinen Schleim, der möglicher Weise ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben ist, gar nicht kennen, so lässt sich von jedem alkalisch reagirenden Schleime behaupten, dass er diese Reaction Beimengungen verdanke, mögen diese reine Bluttranssudate oder besondere Drüsensecrete sein. Die Natur der freien Säure, welche sich z. B. im Secrete der Buccalschleimhaut, der Harnblasenschleimhaut zeigt, hat aus leicht begreiflichen Gründen noch nicht erforscht werden können.

Was den Gehalt des Schleims an Alkalien betrifft, so ist zuvörderst daran zu erinnern, dass ein nicht geringer Theil des Natrons an den eigentlichen Schleimstoff gebunden ist, wie *Berzelius* am Schleimstoffe des Nasenschleims und *Scherer* an dem des oben erwähnten abnorm erzeugten Schleimes gefunden haben; auch *Nasse* fand in der Asche normalen Nasenschleims neben kohlensaurem Kalk kohlensaures Alkali.

Besonders reich ist der Schleim an Chloralkalien; *Berzelius* fand im frischen Nasenschleim 0,56% Chloralkalien, *Nasse* im trocknen Rückstande ähnlichen aber zellenfreien Schleims = 13%.

In der Asche fand *Nasse* noch etwas schwefelsaures und phosphorsaures Alkali neben den Erdphosphaten.

Berzelius fand im Nasenschleime 6,63%, *Nasse* 4,448% und *Scherer* in dem erwähnten abnormen Schleime = 11,299% fester Bestandtheile. In 100 Th. festen Rückstands fand *Scherer* 7,6% Aschenbestandtheile.

Leider ist in diesen Analysen normalen Schleimes nicht auf das Verhältniss zwischen Kali und Natron Rücksicht genommen; die Ermittlung dieses Verhältnisses dürfte nicht unwichtig sein für Beantwortung der Frage, ob die Blutkörperchen, wie an der Bereitung der meisten andern Secrete, auch an der des Schleimes Theil haben, oder ob sich der letztere nur aus den Bestandtheilen des Blutplasmas bilde. Mir steht nur eine einzige Analyse dieser Art zu Gebote, welche allerdings in der Asche des Schleimes weit mehr Kali und weniger Natron ergab, als in der des Blutserums; allein da dieser Schleim von einem acuten Katarrh herrührte und sehr reich an jungen Zellen (Schleimkörperchen) war und auch einige Körnchenzellen enthielt, so ist hieraus nichts zu schliessen.

---

1) *Andral,* Compt. rend. T. 26. p. 650—657.

2) *Berzelius,* Lehrb. d. Chem. 4. Aufl. Bd. 9. S. 534.

Das analytische Verfahren bei Untersuchung des Schleimes würde sehr einfach sein, wenn nicht die Trennung des eigentlichen *Schleimstoffs* von den eingemengten *Zellenbildungen* in den meisten Fällen ganz unausführbar wäre. Nur zuweilen gelingt es, wie das Beispiel der *Scherer*'schen Untersuchung lehrt, durch Vermischung des Objectes mit sehr viel Wasser und wiederholtes Schütteln den Schleimstoff filtrirbar zu machen, so dass die morphotischen Elemente auf dem Filter gesammelt werden können. Sehr oft wird aber der Schleimstoff in Wasser nicht nur nicht zertheilt, sondern durch Wasser geradezu in einen scheinbar coagulirten Zustand übergeführt; diess ist namentlich bei katarrhalischem Bronchialschleim der Fall und hat darin seinen Grund, dass dem durch viel Alkalisalze stark aufgequollenen Schleimstoffe diese Salze entzogen werden und derselbe sich dadurch contrahirt. Ist der Schleimstoff nicht in Wasser löslich, so ist das einzige Mittel, ihn wenigstens ungefähr zu bestimmen, dieses: dass man das Object mit sehr verdünntem Ammoniak digerirt und filtrirt; leider geht dann der durch das Alkali gelöste Schleimstoff nur langsam durch das Filter, da die gallertartig aufgequollenen Epithelien dasselbe sehr leicht verstopfen. In vielen Fällen ist daher auch auf diese Weise eine Trennung des Schleimstoffs von den erwähnten Formelementen unmöglich. Ist es geglückt, die Epithelien durch Filtriren zu entfernen, so ist der Schleimstoff aus der neutralen oder schwach sauren Lösung durch Spiritus, aus der alkalischen durch verdünnte Essigsäure zu fällen, der Niederschlag ist alsdann zunächst mit heissem Spiritus auszuwaschen und nach dem Trocknen bei 120° noch einmal mit heissem Wasser, damit die in Spiritus unlöslichen organischen und mineralischen Substanzen entfernt werden. Die Auswaschwässer werden dann erst für sich stark concentrirt, und dann zugleich mit der vom Schleimstoffe abfiltrirten spirituösen Lösung verdunstet, deren Rückstand aber mit Aether, Alkohol und Wasser extrahirt.

Ist neben dem Schleimstoff noch *Albumin* zugegen, wie es fast immer der Fall ist bei grössern Mengen, wie solche der Untersuchung nur zugänglich sind: so wird dadurch die Analyse noch schwieriger. Ist der Schleimstoff unlöslich in Wasser, was niemals vollständig der Fall zu sein scheint, so sollte man die Trennung des löslichen Albumins von dem unlöslichen Schleimstoffe für sehr leicht ausführbar halten, allein diess ist keineswegs der Fall: denn der aufgequollene, gallertartig oder auch wie geronnen erscheinende Schleimstoff gibt das Albumin nur schwierig und äusserst langsam an Wasser ab; man

muss daher, um wenigstens einigermassen zum Zwecke zu gelangen, den Schleim wiederholt in Wasser vertheilen, denselben sich dann absetzen lassen und nur die klare Flüssigkeit auf das Filter geben; dieses muss so oft wiederholt werden, als die vom Filter ablaufende Flüssigkeit beim Erhitzen noch eine Opalescenz zeigt. Erst wenn sich keine solche mehr zeigt, würde der unlösliche, schleimige Rückstand auf das Filter zu bringen sein, weil er sonst dasselbe vor dem völligen Auslaugen des Albumins vollständig verstopft hätte. Das Albumin wird dann nach den gewöhnlichen Regeln bestimmt, während man noch eine Trennung des Schleimstoffs von den Epithelien durch verdünnte Alkalien versuchen kann.

Findet sich jene Substanz in dem Schleime, welche man *Pyin* genannt hat, oder überhaupt eine in der Hitze nicht gerinnbare, von Essigsäure fällbare, aber in deren Ueberschusse nicht wieder lösliche Substanz, so ist das Albumin, wenn die Flüssigkeit nicht alkalisch war, vorher durch Kochen zu fällen und zu bestimmen, und dann erst aus der filtrirten Flüssigkeit die pyinähnliche Substanz durch Essigsäure zu präcipitiren. War die Schleimflüssigkeit dagegen alkalisch, so fällt man vorher jene Substanz mit Essigsäure, laugt sie einige Zeit zur Lösung des etwa gefällten Albumins mit Essigsäure aus, neutralisirt die filtrirte Flüssigkeit vorsichtig mit Ammoniak und kocht die gewöhnlich schon durch das Ammoniak allein trüb gewordene Flüssigkeit.

Die quantitative Bestimmung der übrigen organischen und der mineralischen Bestandtheile des Schleims ist nach den oben an verschiedenen Orten gegebenen Regeln leicht auszuführen.

Ueber die Quantitäten des von verschiedenen Schleimhäuten abgesonderten Secrets lässt sich der Natur der Sache nach nichts genaues angeben; nur darauf dürfte, wie schon von *Valentin* irgendwo geschehen ist, aufmerksam zu machen sein, dass im normalen Zustande vieler Schleimhäute Aussonderung, d. h. die Abscheidung von der Schleimhautfläche äusserst gering, ja oft $= 0$ zu achten ist. Es ist nur die Folge besonderer oder allgemeinerer Reize, wenn von einer scheinbar gesunden Schleimhaut ersichtliche Mengen von Schleim abgesondert werden; ich halte daher dafür, dass man sich normalen Schleim in der zur chemischen Analyse nöthigen Menge nie von Lebenden verschaffen kann, sondern solchen nur erlangt durch Abschaben der Schleimhaut eben getödteter Thiere. Dass dieses ein höchst missliches Mittel ist, braucht wohl kaum erst noch bemerkt zu werden. Bei krankhafter Affection der Schleimhäute ist die normale Absonde-

rung als solche wohl nur selten rein excessiv, sondern es mischt sich dem Secrete entweder Transsudat oder Exsudat bei. Diess beweist ebensowohl die mikroskopisch-mechanische als die chemische Untersuchung krankhaft abgesonderten Schleimes.

Was die Entstehung des Schleimes betrifft, so ist schon im Eingange dieses Capitels darauf aufmerksam gemacht worden, dass der Sitz der Schleimbildung sich nicht in den sg. Schleimbälgen allein befinden kann; denn wir haben mehrerer Schleimhäute Erwähnung gethan, in denen keine solchen drüsigen Organe zu entdecken waren; ja es gewinnt einigen Thatsachen zufolge den Anschein, als ob die Schleimbildung durchaus nicht an einen bestimmten Ort, an ein bestimmtes Gewebe gebunden sei. Die Umwandlung der *Wharton*'schen Sulze in eine rücksichtlich ihrer physischen und chemischen Eigenschaften dem Schleime vollkommen gleichende Substanz, der allmälige Uebergang der colloiden Masse mancher Cysten in vollständigen Schleim, sein Vorkommen in manchen von serösen Häuten ausgehenden Exsudaten sind wenigstens Momente, welche für die Entstehung des Schleimes nicht ausser Acht zu lassen sind. *Tilanus* hat besonders hervorgehoben, dass an allen den Orten, wo wahrhafter Schleim sich vorfinde, constant auch Epithelialbildungen gefunden werden. Diese Erfahrung möchte zu der Annahme führen, dass die Schleimbildung an die Entwicklung gewisser Zellen gebunden sei und dass aus der Entstehung gewisser Formelemente gleichzeitig die Bildung des Schleimes resultire. Es sind in dieser Hinsicht zwei Ansichten möglich, die eine ist die: die Albuminate der Blutflüssigkeit zerfallen unter gewissen, wiewohl noch nicht ermittelten, Bedingungen in das Substrat der Epithelialzellen und in Schleim; letztrer könnte also in gewisser Hinsicht als Nebenproduct dieser Zellenbildung angesehen werden, so dass im Schleime sich Schleimsaft zu Epithelialzellen wie im ausgegohrnen Gährungsgemisch die spirituöse Flüssigkeit sich zu den Hefezellen verhielte. Die andre Ansicht, der sich mehrere Beobachtungen nach *Scherer* und *Virchow*[1]) zuneigen, würde dagegen in einem wenigstens theilweisen Zerfallen der Epithelialzellen die Entstehung des Schleimes suchen. Wer, wie *Frerichs*, die Umwandlung der Labzellen im Magensafte oder bei der Bereitung von künstlichem Magensaft mikroskopisch verfolgt hat, dem wird die allmälige Auflösung der Labzellen und ihre Metamorphose in eine schleimige Flüssigkeit vor Augen stehen.

1) *Scherer* und *Virchow*, Privatmittheilung.

Die Umwandlung von Zellen in schleimige Materie würde also wenigstens nicht ohne Analogie sein. *Scherer* und *Virchow* gehen aber noch weiter, und glauben, gestützt auf einige pathologisch-histologische Beobachtungen und chemische Versuche, dass gewisse colloïde oder zur Harnbildung geneigte Substanzen unter noch zu eruirenden Bedingungen auch ohne Zellenbildung in Schleim übergehen können, und halten daher die Schleimbildung zunächst für gebunden an die Existenz colloïder oder knorpelartiger Substanz. Dafür spricht einerseits das Fehlen von Epithelialbildungen in manchen schleimhaltigen Cysten, hauptsächlich aber die oft erwähnte Umwandlung der *Wharton*'schen Sulze in vollkommenen Schleim. Welcher von diesen beiden Hypothesen der Vorzug zu geben sei, darüber können, wie es uns scheint, nur noch genaue chemische Versuche Entscheidung geben. Leider ist aus den Elementaranalysen, welche *Scherer* mit einer einzigen Art Schleimsaft angestellt hat, um so weniger zu schliessen, da das Atomgewicht nicht bestimmt werden konnte und andrerseits eine genaue Analyse der Epithelialzellen, der colloïden Substanz u. dergl. noch gänzlich fehlt. Es steht zu hoffen, dass durch das Forschungstalent eines *Scherer* die Wissenschaft sehr bald die gediegensten Aufschlüsse auch über diesen so tief in die Physiologie eingreifenden Gegenstand erlangen wird.

Das Vorkommen des Schleimes lehrt deutlich genug, dass er vorzugsweise zum Schutze aller mit der Aussenwelt in Wechselwirkung stehenden Theile bestimmt ist (*Joh. Müller*).

Hautsecrete.

Obgleich in gewisser Hinsicht auch die Epidermis, die Nägel, Haare, Federn und Schuppen zu den Hautabsonderungen zu rechnen sind, so fallen diese Gegenstände doch schicklicher Weise dem nächsten Abschnitte, der histologischen Chemie, anheim; wir werden daher hier nur jene zwei bekannten Secrete der Haut in Betracht ziehen, nämlich die Hautsalbe und den Schweiss.

Die **Hautsalbe** wird von jenen unzähligen über die ganze Haut verbreiteten Talgdrüsen, folliculi sebacei, abgesondert, welche traubenförmig verästelte Drüschen bilden mit einem flaschen- oder birnförmigen Secretionsbläschen (Säckchen oder Acini) und sehr engem Halse. Wir erinnern hier nur an zwei, für unsre weitere Betrachtung der Hautsalbe nicht bedeutungslose, der Anatomie entlehnte Punkte: nämlich zuerst daran, dass diese Talgdrüsen immer im fettlosen Corium selbst liegen, sich aber, obgleich sie fettabsondernd sind, niemals bis in das fetthaltige Unterhautbindegewebe hinaberstrecken. Der zweite beachtenswerthe Punkt ist der, dass die grosse Mehrzahl dieser Drüsen um die Haarwurzeln herum gruppirt ist und dass ihre engen Mündungen geradezu in die Haarbälge ausgehen; nur an den kleinen Schaamlippen, an der Eichel und der innern Haut des Präputiums finden sich Talgdrüsen ohne gleichzeitige Gegenwart von Haaren; die Drüschen der letztgenannten Theile haben aber eine etwas andre Formation; die mehr rundlichen Acini derselben sind maulbeerförmig aggregirt. Noch möchten wir hier der *Meibom*'schen traubenförmigen Drüsen und der den Schweissdrüsen ähnlich gebildeten, knäuelförmig gewundenen, schlauchförmigen Ohrenschmalzdrüsen Erwähnung thun, da wir zugleich deren Secrete, in so weit sie bis jetzt chemischen Explorationen unterworfen worden sind, mit in Betracht ziehen wollen.

Obgleich die Secrete der genannten drüsigen Organe keineswegs etwa vollkommen gleiche Zusammensetzung haben, ja wahrscheinlicher Weise zum Theil sehr heterogene Bestandtheile enthalten, so stehen sie einander doch rücksichtlich mehrerer physischer und chemischer Verhältnisse wenigstens ebenso nahe, wie die oben behandelten Transsudate. Um so viel als möglich auch der vergleihenden Physiologie Rechnung zu tragen, werden wir noch beiläufig auf die Zusammensetzung des Castoreums Rücksicht nehmen, von welchem bekanntlich *E. H. Weber*[1]) nachgewiesen hat, dass es dem Wesen nach nichts weiter ist, als das Secret des zu zahllosen Falten ausgebreiteten Präputiums des Penis und der Clitoris des Bibers.

In allen diesen Secreten ohne Ausnahme findet sich ebenfalls eine grössere oder mindere Anzahl morphotischer Elemente. Alle jene Drüsenbläschen und Drüsenschläuche sind mit einem feinzelligen Epithelium ausgekleidet; man findet daher in allen jenen Secreten bei der mikroskopischen Untersuchung Epithelialzellen. Sehr oft trifft

1) *E. H. Weber*, Ber. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Bd. 2. S. 185—200.

man aber mehr plattenförmiges Epithelium von der äussern Haut an, als kleinzelliges aus den Hautdrüschen.

In den meisten dieser Secrete, hauptsächlich aber und constant in denen der *Meibom*'schen und Ohrenschmalzdrüsen finden sich eigenthümliche, ovale, eckige oder rundliche Zellen von $^1/_{200}$ bis $^1/_{140}'''$, welche neben einem blassen Kern mit Kernkörperchen kleine, dunkle, scharf contourirte Körnchen und einzelne deutliche Fetttröpfchen enthalten.

Wie die Schleimfollikel, so erzeugen auch die Talgdrüsen im Zustande entzündlicher Reizung solche primitive Zellen, die man Eiterzellen, Schleimkörperchen u. s. w. zu nennen pflegt. Dieselben findet man in geringerer Menge nach jeder selbst geringern Reizung der Haut und der betreffenden Follikel, besonders aber in den vollkommen eiterähnlichen Flüssigkeiten, welche abgesondert werden bei Entzündung des äussern Gehörgangs, der *Meibom*'schen Drüsen, beim Eicheltripper, bei Acne und ähnlichen Hautaffectionen, die ja bekanntlich ihren Sitz hauptsächlich in den Haarbalgdrüsen haben.

In dem normalen Secrete der Talgdrüsen ebensowohl als in den sg. Comedonen pflegen auch die von *G. Simon*[1]) beschriebenen *Milben*, Acarus folliculorum, zu nisten.

Eine eiweissartige Substanz ist in allen Secreten der oben genannten Drüsen enthalten; dieselbe lässt sich aber nicht gut im löslichen Zustande darstellen, da nach der Methode, nach welcher allein man diese talgartigen Massen analysiren kann, dieselbe stets in den unlöslichen Zustand versetzt wird; es lässt sich daher gar nicht entscheiden, ob sie ähnlicher dem Caseïn oder dem Albumin ist; als einen Proteïnkörper charakterisirt sie sich durch ihr Verhalten gegen Essigsäure und Blutlaugensalz, gegen concentrirte Salpetersäure, Salzsäure u. s w. *Esenbeck*[2]), welcher Gelegenheit hatte, die in einem sehr ausgedehnten Haarbalge enthaltene Masse zu untersuchen, fand in der trocknen Substanz 24,2% dieser eiweissartigen Materie, ich[3]) in der Vernix caseosa eines ziemlich ausgetragenen Fötus 4,0%, im Smegma präputii = 5,6%, in dem eines Pferdes = 2,9%, in der aus frischem Bibergeilbeutel entnommenen breiartigen Masse nach dem Trocknen = 2,4%, im canadischen Bibergeil 5,8%.

---

1) *G. Simon*, Müller's Archiv 1842.

2) *Esenbeck*, Gmelin's Handb. d. Ch. Bd. 2. S. 2155.

3) *Lehmann*, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 2. S. 200—208.

Den Hauptbestandtheil jener Secrete machen die Fette und Lipoïde aus; *Esenbeck* fand in dem erwähnten Talgdrüsensecrete 26,2%, ich in der Vernix caseosa 47,5%, im Smegma präputii des Menschen (nach Operation mehrerer mit Phimose Behafteter gesammelt) 52,8%, in dem eines Pferdes 49,9%, im frischen Castoreum eines deutschen Bibers 7,4%, im russischen Castoreum 2,5% und im canadischen 8,249% Aetherextract.

Von *verseifbaren Fetten* findet sich eine nicht unbeträchtliche Menge Elaïn und Margarin im Aetherextracte, allein in keinem der von mir untersuchten Secrete, auch nicht im Ohrenschmalz, war eine Spur Butterfett oder freie Buttersäure nachzuweisen, wogegen letztre Säure, wie wir später sehen werden, von den Schweissdrüsen sehr häufig abgesondert wird.

An *Lipoïden* fand ich im Smegma präputii etwas Cholesterin, ausserdem aber noch einen dem Cholesterin sehr ähnlichen, aber nicht krystallisirbaren, in Aether und heissem Alkohol löslichen Körper; in dem Käseschleim war nur dieser letztre Stoff, aber kein Cholesterin nachzuweisen.

Phosphorhaltige, fettähnliche Körper wurden von mir weder in dem Käseschleime noch in dem Präputialsecrete aufgefunden.

Das alkoholische Extract jener Secrete besteht grösstentheils aus *margarinsaurem* und *ölsaurem Kali, Natron und Ammoniak;* buttersaures Alkali ist auch hier nicht zu entdecken; dagegen herrscht die Ammoniakseife im Präputialsecrete bedeutend vor.

Neben den Seifen ist in dem Alkoholextracte nur wenig organische, *nicht weiter bestimmbare Substanz* enthalten, wenn nicht zufällige oder dem besondern Secrete eigenthümliche Stoffe darin auftreten, über die wir weiter unten sprechen werden.

Berzelius[1]) erhielt aus dem *Ohrenschmalze* ein Fett, welches von weicher Consistenz war, weiss, undurchsichtig, leicht schmelzbar, ohne Reaction auf Lackmus, bei der Behandlung mit Kali eine höchst übelriechende Seife gab, die, mit Salzsäure versetzt, die Fettsäuren in Gestalt eines weissen Pulvers abschied; diese Säuren erhoben sich nur schwierig auf die Oberfläche der Salzlösung und schmolzen ungefähr bei 40°.

Das Fett der menschlichen Haare fand *Vauquelin* ölartig und gefärbt, zugleich schwefelhaltig.

Der fettige Schweiss, welcher die rohe Wolle umgibt, besteht nach

1) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 536.

Vauquelin[1]) vorzüglich aus einer Kaliseife; dagegen hat *Chevreul*[2]) in neuerer Zeit diesen Schweiss genauer untersucht, und darin zwei nicht verseifbare, schwefel- und stickstofffreie Fette gefunden, von denen das eine, *Stearerin* genannt, bei + 60° schmilzt, das andre, *Elaerin*, noch bei + 15° flüssig ist.

An *Alkoholextract* fand ich in der Vernix caseosa 15,0%, im Präputialsmegma des Menschen 7,4%, in dem des Pferdes 9,6%.

Die harzartigen in Alkohol löslichen Bestandtheile des Castoreums harren noch einer genauern und umsichtigern Untersuchung, als sie sich jetzt erfreuen können. Der Gehalt des Castoreums an solchen Stoffen ist höchst verschieden, im deutschen frischen fand ich 67,7%, im russischen geräucherten 64,3% und in einem canadischen 41,34%.

In allen jenen Secreten finden sich auch kleine Mengen nur in Wasser löslicher Materien, von denen die organischen nicht näher bestimmbar sind. Im Käseschleim fand ich an Wasserextract 3,3%, im Präputialsmegma des Menschen 6,1%, in dem des Pferdes 5,4%.

Was die indifferenten Menstrua von den fraglichen Secreten ungelöst lassen, besteht zum grossen Theil aus den oben erwähnten histologischen Gebilden, zu denen noch nachträglich Haare zu rechnen sind, wenigstens bezüglich der Vernix caseosa, die immer fast netzförmig von *Lanugo* durchzogen ist. Aus dieser Masse lässt sich die oben erwähnte eiweissartige Substanz ausziehen, die aber wohl wenigstens zum Theil den Zellen mit angehört.

Von Mineralstoffen finden sich nur wenig lösliche vor, namentlich etwas *Chlornatrium* und *Salmiak*, nebst *phosphorsaurem Natron-Ammoniak*. *Erdphosphate* kommen dagegen in nicht geringer Menge vor: in der Vernix caseosa meinen Analysen nach 6,5%, im Smegma präputii des Menschen 9,7%, in dem des Pferdes 5,4%.

Es geht aus dieser Zusammenstellung der wenigen Versuche, die mit solchen Secreten angestellt werden konnten, wenigstens so viel hervor, dass von den Talgdrüsen verschiedener Orte und verschiedenen Baues doch ziemlich ähnliche Producte abgesondert werden.

Dass Bestimmungen des Wassergehalts dieser Secrete zu nichts Sicherem führen können, ist wohl an sich ersichtlich; um aber nur eine ungefähre Idee von dieser Grösse zu erhalten, sei erwähnt, dass ich im Käseschleim 66,98% Wasser, *John Davy*[3]) 77,87% fand, dass aber in den Secreten der Talgdrüsen an der Luft lebender Wesen

1) *Vauquelin*, A. Gehler's Journ. Bd. 3. S. 437.
2) *Chevreul*, Comptes rend. 1840 prem. Ser. No. 16.
3) *John Davy*, Dubl. med. Press. V. 11. p. 234.

die Wassermenge wegen der steten Verdunstung bei weitem geringer, wiewohl je nach den äussern Verhältnissen sehr variabel sein wird.

Wir haben nun noch einiger Stoffe Erwähnung zu thun, welche entweder nur als zufällige Beimengungen oder als einzelnen Secreten eigenthümliche Bestandtheile zu betrachten sind. Unter diesen ist zuerst eine gallenähnliche Substanz zu nennen, welche ich im Präputialsecrete des Menschen, des Pferdes und des Bibers fand; da sie von mir weder im Käseschleime, noch im Ohrenschmalze, noch in der Augenbutter eines scrophulösen Rindes gefunden wurde, so scheint sie dem Secrete der haarlosen Talgdrüsen der Vorhaut und Eichel eigenthümlich zu sein. Sie wurde aus dem ätherischen Extracte durch Ausziehen mit Wasser erhalten und gab mit Schwefelsäure und Zucker die schönste Gallenreaction; Fett ist sie ihrer Löslichkeit nach sowie auch dem schnellen Eintreten jener Reaction zufolge durchaus nicht; ob sie aber mit irgend einem Zersetzungsproducte der Gallensäuren identisch ist, müssen erst fernere Untersuchungen lehren.

Der harzigen Bestandtheile des Castoreums ist schon oben Erwähnung gethan worden; es findet sich aber in demselben nach *Wöhler's* Entdeckung[1]) *Carbolsäure* oder *Phenyloxyd* (C_{12} H_6 O_2) erkennbar an der Bläuung eines mit Salzsäure (*Runge*) oder Salpetersäure (*Laurent*) getränkten Fichtenholzspänchens. Da die harzigen Bestandtheile des Castoreums mit denen des sg. Hyraceums (das meiner Untersuchung nach nur das eingetrocknete Darmdejeet des Klippendachses sein kann) ausserordentlich übereinstimmen und in beiden Producten sich Phenylsäure vorfindet, so dürfte es dadurch wohl um so wahrscheinlicher werden, dass diese Substanzen nicht Producte der Gewebsmetamorphose oder einer eigenthümlichen Absonderung sind, sondern nur Derivate der mit der Nahrung dieser Thiere in den Darm gebrachten harzigen Stoffe.

Von *Saugier, Brandes, Batka, Riegel* wurde in dem Castoreum Benzoësäure nachgewiesen; nach einigen von mir mit dem Inhalte frischer Biberbeutel angestellten Versuche wird es wahrscheinlich, dass ursprünglich in dieser Substanz Hippursäure enthalten ist.

In dem Präputialsmegma eines Pferdes fand ich Benzoësäure.

Ob Harnsäure im Castoreum vorkomme, wie *Brandes* gefunden haben will, ist sehr zweifelhaft.

---

1) *Wöhler*, Ann. d. Ph. Bd. 49. S. 360 u. Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 342.

In den Secreten der Vorhaut pflanzenfressender Thiere ist wenig phosphorsaurer Kalk enthalten, anstatt dessen aber kohlensaurer Kalk, namentlich sehr viel im Castoreum (leicht erkennbar durch das Mikroskop an der bedeutenden Luftentwicklung, welche der in Aether, Alkohol und Wasser unlösliche Rückstand mit Essigsäure entwickelt und der bedeutenden Trübung der so erhaltenen Flüssigkeit durch oxalsaures Ammoniak).

Im frischen Castoreum sind schon mikroskopisch die bekannten Krystalle von schwefelsaurem Kalk zu erkennen, im Präputialsmegma des Pferdes die oktaëdrischen Formen oxalsauren Kalks. Beider Salze Gegenwart ist bekanntlich leicht durch wenige mikrochemische Versuche zu constatiren.

Das von mir analysirte Smegma präputii eines Pferdes war frisch schwarzgrau, weich und knetbar wie Wachs, etwas klebrig, beim Trocknen ward es hart, fast spröd und auf dem Bruche harzglänzend.

Was die verschiedenen Methoden betrifft, die auf die qualitative und quantitative Analyse der besprochenen Secrete anwendbar sind, so ist ausser den schon früher oft erwähnten allgemeinen Regeln und ausser dem, was so eben schon speciell über die Erkennung einzelner Materien berührt wurde, nur weniges noch zu bemerken.

Die oben erwähnte *eiweissartige Substanz* lässt sich nur ungefähr bestimmen, da sie aus dem Rückstande der mit Aether, Alkohol und Wasser behandelten Objecte nur durch Essigsäure extrahirt werden kann; diese Säure aber sicher den Zellengebilden des Rückstandes etwas albuminöse Materie, hauptsächlich aber Erdsalze entzieht. Ich bestimmte diese Materie so, dass ich den mit den indifferenten Menstruis extrahirten Rückstand trocknete und sein Gewicht ermittelte, darauf mehrere Stunden lang mit mässig verdünnter Essigsäure digerirte, aussüsste und nach dem Trocknen wieder wog; ich erhielt aus dem Gewichtsverluste die Summe der durch Essigsäure extrahirten Materien; die essigsaure Lösung ward verdunstet, deren Rückstand ohne Weiteres zur Bestimmung der Mineralstoffe eingeäschert und das Gewicht derselben abgezogen von dem Gewichtsverluste, den der Rückstand durch Essigsäure erlitten hatte: so erhielt man die Zahl der in dem Secrete enthaltenen albuminösen Substanz.

Rücksichtlich der *Carbolsäure* dürfte dem Obigen nur noch hinzuzufügen sein, dass ihre Gegenwart keineswegs so leicht nachzuweisen ist, als es der angeführten Reaction nach scheinen möchte; denn abgesehen von der höchst geringen Menge, in welcher sie im Casto-

reum vorkommt, kann die Anwendung von Fichten- oder Tannenholz neben Salzsäure leicht zu Täuschungen Veranlassung geben; denn durch letztre Säure werden Späne der genannten Hölzer beim Eintrocknen an der Sonne schon für sich bläulich grün gefärbt; es ist daher nöthig, vor Anwendung jener Reactionsmittel die Carbolsäure möglichst von den harzigen und fettigen Bestandtheilen des Bibergeils zu trennen, was bei der leichten Löslichkeit der Carbolsäure in Alkohol und Aether und ihrem hohen Siedepunkte (+ 187 ° C.) mit geringen Quantitäten gar nicht ausführbar ist.

Von den Erkennungs- und Trennungsweisen der *Lipoïde* und *Fette*, der *Hippursäure*, *Benzoësäure*, *Harnsäure*, *des oxalsauren Kalks* u. s. w. ist schon im Einzelnen unter der Lehre von den thierischen Substraten das Nöthige bemerkt worden.

Um die Menge der von den gesammten Talgdrüsen oder von einzelnen Gruppen derselben abgesonderten Hautsalbe zu beurtheilen, fehlt es noch ganz an einem Maassstabe; übrigens lehrt die tägliche Erfahrung, dass sie bei verschiedenen Individuen und unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen sehr verschieden sein muss.

In Betreff des Ursprunges der erwähnten Secrete dürfte für weitere Untersuchungen nur das zu beachten sein, dass das Fett der Talgdrüsen entweder unmittelbar aus dem Blute der diese umschlingenden Capillaren entlehnt oder aus andern Materien in den Zellen der Drüschen entstanden sein muss; denn es ist auffallend, dass fast alle diese Talgdrüsen in durchaus fettlosem Gewebe wurzeln; die Haartalgdrüsen dringen nicht bis in das fetthaltige Zellgewebe unter dem Corium; die Glans penis ist fast absolut fettfrei. Die verschieden lichtbrechenden Körnchen, Kügelchen und Bläschen in manchen Zellen, namentlich in denen des äussern Gehörgangs und in den Meibom'schen Drüsen, möchten, insofern sie häufig die leisesten Uebergänge zu einander zeigen, fast zu der Conjectur führen, dass in diesen Drüsen erst das diesen Secreten eigenthümliche Fett gebildet werde.

Die Hautsalbe ertheilt den Haaren und der Oberhaut einen fettigen Ueberzug; *Krause*[1]) hält sie vorzugsweise für bestimmt, die hygroskopische Beschaffenheit der Hornschicht der Epidermis und der Haare zu mindern und dadurch der zu jähen Verdunstung der Feuch-

1) *Krause*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 135.

tigkeit und der Austrocknung der tiefern Epidermisschicht und der Lederhaut entgegenzutreten.

Unter **Schweiss** verstehen wir nur die tropfbarflüssige Aussonderung der sg. Schweissdrüsen, ohne Rücksicht darauf, ob diese auch die Quellen der gasigen Hautausdünstung allein sind oder nicht. Die Schweissdrüschen sind bekanntlich fadenförmige, feine, einfache, unter einander nicht communicirende Schläuche, welche im fetthaltigen Unterhautbindegewebe mit blindem Ende entspringen, dort meist spiralförmig aufgewundne Knäuel bilden, die Lederhaut korkzieherförmig oder wenigstens geschlängelt, das Malpighi'sche Netz aber mehr geschlängelt durchdringen und endlich sich erheblich verengend in der Oberhaut münden. Die Schweissdrüsenschläuche sind immer mit einem Epithelium überzogen, welches aus rundlich oder oval-eckigen kernhaltigen Zellen besteht.

Der Schweiss, wie er sich auf der Haut eines Schwitzenden in Tropfen sammelt, ist bekanntlich eine farblose, sehr wässrige, etwas salzig schmeckende Flüssigkeit, die gewöhnlich einen eigenthümlichen, je nach den Hautflächen, denen sie entquollen ist, mehr oder minder intensiven Geruch verbreitet; in den meisten Fällen von schwach saurer Reaction; nur der unter den Achselhöhlen und an den Füssen sich ansammelnde wird öfter auch alkalisch gefunden.

Es ist sehr schwierig, sich einigermassen hinreichende Quantitäten von Schweiss für die chemische Untersuchung zu verschaffen. Man hat sich, um die Bestandtheile des Schweisses kennen zu lernen, von Schweiss durchtränkter Hemden bedient (*Thénard*) und diese mit verschiednen Lösungsmitteln extrahirt; allein diese Methode ist die wenigst taugliche, da hier sich dem Schweisse immer eine grössere oder geringere Menge der Hautsalbe beimischen wird; daher hat man gewöhnlich auch reine Schwämme benutzt, um die vorher gereinigte nachher aber wieder zum Schwitzen gebrachte Haut damit abzutrocknen; hier ist der eben angeregte Fehler zwar sehr verringert, aber nicht gänzlich vermieden; man findet wenigstens sehr viel Epidermidalschuppen darin, denen etwas Hautsalbe immer anhaftet. Am besten war jedenfalls noch das Verfahren von *Anselmino*[1]), der seinen Arm in einem Glascylinder möglichst luftdicht verschloss und auf diese Weise in 5 bis 6 Stunden ungefähr einen Esslöffel voll Schweissflüssigkeit sammeln konnte.

---

1) *Anselmino*, Tiedemann's Zeitschr. Bd. 2. S. 321—342.

Der Schweiss enthält nur sehr wenig feste Bestandtheile; *Anselmino*, dessen Verfahren gewiss noch das beste ist, um annähernd den zweifelsohne sehr variabeln Wassergehalt des Schweisses zu bestimmen, fand an festen, nicht verdunstenden Bestandtheilen 0,5 bis 1,25 %.

Als Hauptbestandtheil des Schweisses, d. h. derjenige, dessen Menge im Schweisse nach dem Wasser die grösste ist, stellt sich nach den Erfahrungen aller Beobachter das Chlornatrium heraus. Phosphorsaures Natron ist nicht im Schweisse gefunden worden, schwefelsaures nur selten (*Simon*[1]), dagegen ist besonders die Gegenwart von Ammoniaksalzen sehr hervorgehoben worden (*Berzelius*[2]); das Ammoniak ist nicht nur an Salzsäure, sondern auch an organische Säuren im Schweisse gebunden; ja im alkalischen Schweisse dürfte es als kohlensaures Ammoniak enthalten sein.

Erdphosphate und etwas Eisenoxyd werden im Schweisse constant gefunden, doch rühren diese wohl nur von den dem Untersuchungsobjecte beigemengten Epithelialzellen her; wohl nur der im Schweisse vermeintlich enthaltenen Milchsäure zu Liebe hat man angenommen, dass phosphorsaurer Kalk im Schweisse gelöst enthalten sei.

Sehr zweifelhaft musste es sein, ob das im Schweisse gefundene Fett wirklich den Schweissdrüsen entsprossen sei oder ob es nur von der Hautsalbe herrühre, welche dem Schweisse beigemengt sei. Das Fett des auf gewöhnliche Weise gesammelten Schweisses hat auch in der That ganz dieselben physischen und chemischen Eigenschaften, wie das Fett der Talgdrüsen, wie ich mich durch Untersuchung des sehr profusen Schweisses einer Wöchnerin überzeugte. *Krause*[3]) hat aber einen sehr schönen Versuch angestellt, welcher beweist, dass in der That auch die Schweissdrüschen selbst wahres Fett (neben Buttersäure u. s. w.) mit absondern. Bekanntlich besitzt die Haut der Handteller und Fusssohlen keine Talgdrüsen; *Krause* befreite daher die Vola manus durch Aether und Reiben von Fett und lose anhaftenden Epithelien, bedeckte einen Quadratzoll derselben mit einem Bäuschchen durch Aether entfetteten Filterpapiers; das letztre wurde auf der Hohlhand, gegen äussere Verunreinigung geschützt,

---

1) *Simon*, Handb. d. medic. Ch. Bd. 2. S. 326 –336.
2) *Berzelius*, Lehrb. d. Chem. Bd. 9. S. 390—397.
3) *Krause*, Handwörterb. der Physiol. Bd. 2. S. 146.

eine Nacht über befestigt gehalten; nachdem gegen Morgen ein gelinder Schweiss eingetreten war; wurde aus dem Papiere durch Aether ein Fett ausgezogen, welches neben Margarin noch eine ölige Materie enthielt und Seidenpapier deutlich durchscheinend machte.

Davon, dass Buttersäure im Schweisse vorkomme, kann man sich ziemlich leicht überzeugen, wenn man mit Schweiss stark durchtränkte Gewebsstücke: Strümpfe, Flanell und andre Stoffe, die unmittelbar auf dem Leibe getragen wurden, mit Spiritus auszieht und das Extract destillirt; das saure Destillat sättigt man mit Kali, verdunstet und zerlegt das Salz durch Schwefelsäure; es entwickelt dann den entschiedensten Geruch nach ranziger Butter; es gelang mir selbst das Barytsalz darzustellen; indessen erlaubte die geringe Menge unregelmässiger Krystalle nicht, dass unter dem Mikroskop aus der Form derselben mit Bestimmtheit buttersaurer Baryt diagnosticirt wurde. Darf man dem Geruche verschiedenen Schweisses nach urtheilen, so ist es sogar wahrscheinlich, dass auch die der Buttersäure verwandten Säuren, namentlich Capronsäure und Metacetonsäure, vorkommen; bei manchen Kranken, namentlich solchen, die mit acuten Exanthemen behaftet sind, tritt oft der Geruch nach letztgenannter Säure sehr auffallend hervor. *Anselmino* und *Simon* haben dem Geruche nach auch Essigsäure im Schweisse gefunden; da dieser Säure, wenn sie im Schweisse wirklich vorkommt, immer andre flüchtige Säuren dieser Gruppe beigemengt sind, so lässt sich durch die bekannten Reagentien auf Essigsäure nichts mit Bestimmtheit entscheiden; nur Versuche mit sehr grossen Mengen können über die für jetzt nicht unwahrscheinliche Existenz der Essigsäure im Schweisse zu einem entscheidenden Urtheil führen. *Berzelius* hält die freie Säure des Schweisses so wie die an Ammoniak gebundene für Milchsäure; doch hat *Berzelius* nicht mit solchen Mengen Schweiss gearbeitet, dass er sie mit der ihm gewohnten Schärfe hätte nachweisen können. Da die Hautsalbe meinen Untersuchungen nach selbst nach der Verseifung keine oder nur sehr wenig flüchtige Fettsäuren liefert, so können die erwähnten flüchtigen Säuren wohl nur dem Secrete der Schweissdrüsen angehören.

Die leidigen Extractivstoffe fehlen natürlich auch im Schweisse nicht; da der letztere so leicht zersetzbar ist, so wird es noch schwerer sein, sich über dessen extractförmige Körper Aufschluss zu verschaffen, als über die vieler andern thierischen Flüssigkeiten. Obgleich sich unter diesen Stoffen keine Materie erkennen lässt, welche die Eigenschaften eines Proteïnkörpers besässe, so muss doch eine

schwefelhaltige Materie im Schweisse enthalten sein; denn bewahrt man flüssigen Schweiss in einem verschlossenen Glase, so bildet er bei der sehr bald eintretenden Zersetzung nicht wenig Schwefelammonium.

Die Beobachtungen der Aerzte über die qualitativen und quantitativen Veränderungen, welche der Schweiss in Krankheiten erleidet, sind so unsicher, dass man sich wenigstens davor hüten muss, bereits Schlussfolgerungen auf sie zu bauen. Beobachtungen und Schlüsse, wie die, dass, da der Schweiss stark schwitzender Personen z. B. Rheumatischer und Arthritischer recht deutlich sauer reagirt (offenbar deshalb, weil der reichlich abgesonderte Schweiss durch Verdunstung concentrirter wird), Rheumatismus oder Arthritis auf einer Milchsäuredyskrasie oder einer milchsauren Diathese beruhe, dürfen wohl auch in der Medicin nicht mehr vorkommen.

Albumin will *Anselmino* im „kritischen" Schweisse einer Person gefunden haben, die an acutem Rheumatismus litt.

Harnstoff ist im Schweisse noch nicht nachgewiesen worden, könnte aber wohl darin enthalten sein in Zuständen, wo das Blut reicher an Harnstoff als gewöhnlich ist und die Schweissabsonderung besonders reichlich ist.

Wolf[1]) glaubt sich überzeugt zu haben, dass in dem auf der Stirn eines Steinkranken eingetrockneten Schweisse Harnsäure enthalten war.

Dass Farbstoffe zuweilen im Schweisse Kranker vorkommen, davon wird jeder Praktiker sich überzeugt haben; bei Icterischen nimmt die Leibwäsche, wenn sie stark schwitzen, zuweilen eine gelbe Farbe an. Blaue und rothe Pigmente will man auch im Schweisse beobachtet haben.

Dass mit der tropfbarflüssigen Absonderung der Schweissdrüsen zugleich auch Gase exhalirt werden und zwar *Kohlensäure* und *Stickstoff*, ist von *Milly*, *Jurine*, *Ingenhouss*, *Spallanzani*, *Abernethy*, *Barruel* und *Collard de Martigny*[2]) nachgewiesen worden. Nach letzterem Forscher ist das Verhältniss zwischen beiden Gasen sehr variabel; so soll in dem entwickelten Gase nach vegetabilischer Kost mehr Kohlensäure, nach animalischer mehr Stickstoff enthalten sein, nach *Abernethy* ist durchschnittlich in dem Gasgemenge etwas

1) *Wolf*, Diss. inaug. histens singul. cas. calculositatis. Tueb 1817.
2) *Collard de Martigny*, Journ. de Physiol. T. 11. p. 1.

mehr als zwei Drittheile Kohlensäure und etwas weniger als ein Drittheil Stickstoff enthalten. Während des eigentlichen Schwitzens, z. B. nach starker Leibesbewegung, soll im Ganzen weniger Gas exhalirt werden.

Ueber die Untersuchungsmethode des Schweisses bedarf es kaum weiterer Angaben, da von der Bestimmung der einzelnen im Schweisse enthaltenen Stoffe schon an verschiedenen Orten die Rede gewesen ist; besonders beachtenswerth sind nur bei der Analyse des Schweisses die flüchtigen Substanzen, deren genauere Bestimmung nur durch sorgfältige Destillation zu erzielen ist. Andrerseits ist die leichte Zersetzbarkeit des Schweisses und eine etwa nachträgliche Ammoniakbildung zu berücksichtigen.

Ueber die absoluten Quantitäten von Stoffen, welche in bestimmten Zeiten von den Schweissdrüsen und der Haut im Allgemeinen ausgeschieden werden, sind zahlreiche und zwar sehr sorgfältige Untersuchungen angestellt worden. Auf jene Untersuchungen, welche seit *Sanctorius* bis *Scharling* die Hautausdünstung mit der Lungenausdünstung gleichzeitig betrafen und ihre Grösse in Summa bestimmten, werden wir erst beim Respirationsprocesse unsre Aufmerksamkeit lenken. *Cruikshank*, *Abernethy*, *Dalton* und *Anselmino* suchten auf verschiedene Weise die Grösse der Hautaussonderung zu berechnen, vorzüglich aber dadurch (wie *Anselmino*), dass die für einzelne Gliedmassen oder Hautflächen gefundene Perspirationsgrösse auf die ganze Oberfläche des menschlichen Körpers übertragen wurde: allein abgesehen davon, dass die übrigen Unterlagen der Rechnung meist auf sehr unsichern Voraussetzungen beruhen, so kann besonders auch auf den Hauptwerth, d. i. die Zahl der excernirten Materien, gewonnen unter der Perspiration sehr ungünstigen Verhältnissen, kein grosses Gewicht gelegt werden Der Schluss ex parte in totum dürfte wegen der ungleichen Vertheilung und ungleichen Ausbildung der Drüsen (z. B. unter den Achselhöhlen) hier weniger gestattet sein, als bei irgend einem andern Gegenstande; endlich muss aber die eingeschlossene Hautfläche ganz anders fungiren, als die freie mit der Atmosphäre communicirende.

Etwas näher der Wahrheit dürften die auf *Seguin's*[1]) ausserordentlich mühsame Versuche begründeten Berechnungen kommen, obwohl bei diesem die nicht flüchtigen Bestandtheile der Hautabsonderung

1) *Seguin,* Ann. de Chim. T. 90. p. 52—82 et 413—580.

gar nicht mit in Rechnung gebracht sind. *Seguin* gelangte dadurch zu absoluten Zahlen über die Grösse der durch die Haut respirirten Materien, dass er Wägungen seines Körpers in der Weise anstellte, dass er den Gewichtsverlust des Körpers bei freiem Athmen und Perspiriren in der Luft bestimmte und diesen dann mit dem Gewichtsverluste verglich, welchen der Körper erlitt, wenn die Perspiration in einer luftdichten Hülle zurückgehalten wurde. Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Menge der durch die Haut abgedunsteten Stoffe sich zu der Zahl der durch die Lungen ausgeschiedenen durchschnittlich wie 2:1 verhält, eine Proportion, zu der auch ziemlich die noch sorgfältiger ausgeführten Versuche von *Valentin* führen, wenn man sie, wie *Krause*[1]) diess thut, aus der auf 24 St. berechneten Summe der durch die Lunge exspirirten Mengen von Wasser und Kohlensäure und dem in gleichen Zeiten stattfindenden Gewichtsverluste durch Lungen- und Hautausdünstung ableitet. *Valentin*[2]) fand bei dreitägigen Wägungen, dass sein Körper durch die Haut- und Lungenausdünstung durchschnittlich in 24 St. = 1246,93 grm. verlor; aus seinen Messungen der exspirirten Quantitäten Wasser und Kohlensäure unter Rücksichtsnahme des inspirirten Sauerstoffs geht aber hervor, dass in gleicher Zeit *Valentin* durch die Lungen allein durchschnittlich einen Gewichtsverlust von 455,18 grm. erlitt, also war die Perspirationsgrösse für 24 St. = 791,75 grm., demnach die Proportion der perspirirten Stoffe zu den exspirirten annähernd = 9:5. *Valentin*[3]) findet es trotz dem, dass der angeführten Berechnung nach seine Versuche fast zu demselben Resultate, wie die *Seguin's* führen, ganz unmöglich, dass durch die Hautperspiration mehr Stoffe eliminirt würden, als durch die Lungenexhalation; allein mit *Krause* muss ich doch die angegebene Proportion für höchst wahrscheinlich halten. Es scheint mir nämlich, dass dem Athmungsprocesse seine vollkommene Dignität gewahrt wird, sobald man erwägt, dass der durch die Lungenexhalation entstandene Gewichtsverlust nur deshalb so gering ausfällt, weil dort Sauerstoff in grosser Menge aufgenommen wird, was bei der Perspiration nicht der Fall ist. Vergleicht man nämlich die in 24 St. durch die Lungen eliminirten Mengen Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Wasserstoff und Kohlenstoff (die ja nach ihre Oxydation grösstentheils dem durch die Lungen aufgenom-

1) *Krause*, a. a. O. S. 141.
2) *Valentin*, Lehrb. d. Physiol. d. M. Bd. 1. S. 714.
3) Ders., a.a. O. S. 582.

menen Sauerstoff verdankten), so stellt sich das Verhältniss bedeutend anders und zwar zu Gunsten der Lungenexhalation heraus; das Gewichtsverhältniss der Summe dieser Elemente in der Hautausdünstung ergiebt sich nämlich zu der der Lungenexhalation = 14 : 24. Daher dürfte wohl die Seguin'sche Proportion nichts so Auffallendes haben, dass an ihrer annähernden Richtigkeit zu zweifeln wäre.

Nach *Brunner* und *Valentin*[1]) wird stündlich ungefähr 10,4 grm. Kohlenstoff, nach *Vierordt* = 1,5 Wasserstoff unter der Form von Kohlensäure und Wasser exspirirt; wenn wir den von *Valentin* für die Perspiration gefundenen Werth, auf die Stunde = 51,95 grm., als bestehend aus 0,93 gr. Kohlensäure (nach *Abernethy*) 0,31 gr. Stickstoff und 50,71 gr. Wasser annehmen dürfen, so würden in einer Stunde durch die Haut 0,25 gr. Kohlenstoff. 0,92 grm. Stickstoff und 5,57 gr. Wasserstoff perspirirt werden. Die Ausscheidung sauerstoffloser Elemente durch die Lungen würde sich also zu der durch die Haut verhalten wie 11,9 : 6,75; dieses Verhältniss würde demnach ungefähr dem von 24 : 14 entsprechen. Stellt man die Mengen der von der Lunge exhalirten Oxyde mit denen der Hautausdünstung zusammen, so findet man, dass die Grösse der erstern fast vollkommen gleich ist der der letztern: denn von der Lunge werden in 1 St. 51,53 grm. Kohlensäure + Wasser exhalirt, von der Haut 51,95 grm. derselben Oxyde nebst Stickstoff.

Ueber die Quantitäten tropfbarflüssigen Schweisses, welche unter besondern Verhältnissen, z. B. bei starker Bewegung, nach Wassertrinken und Einwicklung in wollne Decken, im Dampfbade u. dergl. abgesondert werden, giebt es sehr wenige und der Natur der Sache nach sehr ungenaue Bestimmungen; wir erwähnen von den bezüglichen Beobachtungen nur die *Berthold's*[2]), da sie im Dampfbade, also unter Verhältnissen gemacht wurden, wo der ausgetretene Schweiss nicht abdunsten und auch von der Lunge schwerlich Wasser abgegeben werden konnte; *Berthold* fand an sich, nachdem er eine halbe Stunde im Dampfbade verweilt hatte, einen Gewichtsverlust von 1½ Pfund; da die durch die Lungen exhalirte Kohlensäure durch den inspirirten Sauerstoff ziemlich ersetzt wird, so würde man wohl annehmen können, dass ein Erwachsener im Dampfbade innerhalb einer Minute etwa 25 grm. Schweiss verliere.

Nach *Abernethy*[3]) werden binnen 24 St. von der Haut eines Erwachsenen ungefähr 412 grm. Cubikzoll Kohlensäure exhalirt.

Krause berechnet, dass von einem Erwachsenen binnen 24 St.

---

1) *Brunner* und *Valentin*, Arch. f. physiol. Hlk. Bd. 2. S. 373—417.
2) *Berthold*, Müller's Arch. 1838.
3) *Abernethy*, Chir. u. phys. Versuche übers. v. Brandis. Leipz. 1795.

791,5 grm. Wasser, 7,98 grm. organischer und flüchtiger Materien und 2,66 grm. Mineralsubstanzen durch den Schweiss excernirt werden.

Rücksichtlich der Quellen der Hautausdünstung waren die Ansichten der Physiologen lange getheilt, da einige allen Hautdunst und Schweiss nur von den Schweissdrüsen ableiteten, andre aber auch der Epidermis eine Permeabilität für elastisch flüssige Stoffe vindicirten. So weit dieser Gegenstand vor unser Forum gehört, werden wir ihn erst bei Untersuchung des mechanischen Stoffwechsels berücksichtigen.

Die Wichtigkeit der Hautausdünstung tritt Laien und Aerzten so klar vor Augen, dass man glauben sollte, die Zwecke derselben seien leicht zu erklären, und doch sind wir höchstens im Stande, Hypothesen darüber aufzustellen. Unzweifelhaft zwar, aber minder erheblich ist der Zweck der Hautausdünstung, die Temperatur des thierischen Körpers zu reguliren. Obgleich physikalische Gesetze und physiologische Erfahrungen vollkommen für diese Function der Hautausdünstung sprechen, so wird sie doch im Allgemeinen wohl etwas überschätzt, da einerseits die äussere Temperatur doch fast immer unter der Temperatur des Körpers ist und es daher nicht erst der Verdunstung tropfbarer Flüssigkeiten bedarf, um den Organismus von der Peripherie her abzukühlen, und da andrerseits die Thätigkeit der Lungen, durch welche fast unmittelbar das Blut abgekühlt wird, jenen Zweck in viel höherm Grade erfüllt. Gewöhnlich hält man dafür, dass durch die Ausdünstung gewisse Stoffe entfernt werden, deren Zurückhaltung bei Unterdrückung des Schweisses verschiedene krankhafte Zustände hervorzurufen im Stande sein solle. Der nüchternste Beobachter kann den oft äusserst nachtheiligen Einfluss selbst nur partieller Unterdrückung der Ausdünstung nicht in Abrede stellen, und dennoch gibt die immerhin unvollkommene Analyse der chemischen Bestandtheile, welche die Haut absondert, nicht nur keinen Aufschluss, sondern sie könnte vielleicht zu den Glauben verleiten, dass namentlich durch die Nieren diese Funktion der Haut vollkommen ersetzt werden könne; denn die Bestandtheile des Schweisses sind ja sämmtlich im Harne enthalten. Man würde aber offenbar zu viel schliessen, wollte man nach den Untersuchungen der Chemiker der Hautausdünstung eine geringere Bedeutung zuschreiben. Lassen sich auch einzelne Symptomengruppen unmittelbar von der durch die jähe Abkühlung bedingten Affection der peripherischen Nerven ableiten, so ist der Com-

plex der Folgeerscheinungen doch der Art, dass man unwillkührlich dazu geleitet wird, an die Retention gewisser deleterer Stoffe zu denken. Bei der Unvollkommenheit der zoochemischen Analyse rücksichtlich der flüchtigen, riechenden Stoffe kann man wohl glauben, dass jene Riechstoffe, welche im Schweisse stets mehr oder weniger hervortreten, in der Blutmetamorphose ebensowohl als in den Functionen einzelner Organe bestimmte Veränderungen hervorbringen, die unter verschiedenen Formen sich in den Erkältungskrankheiten kund geben; bringen doch viele aus der Arzneimittellehre und Toxicologie bekannte flüchtige Stoffe auch schon in höchst geringen Mengen, wenn sie in die Säftemasse gelangen, die drohendsten krankhaften Erscheinungen hervor. In keiner Ausscheidung, selbst nicht in der so analogen Lungenexhalation, finden sich so verschiedene und so penetrante eigenthümliche Riechstoffe, als in der Hautausdünstung; in den Körper aufgenommene, stark riechende Materien, z. B. Copaivabalsamöl, Moschus, Aether, die bei Sectionen sich verbreitenden Miasmen werden nicht blos mit den Flatus und der Lungenexhalation ausgeschieden, sondern in der That auch durch die Hautausdünstung. Es gewinnt also den Anschein, als ob die Haut gleich den meisten andern Organen der Abscheidung gewisser ihr vorzugsweise eigenthümlicher Stoffe vorstände und dadurch einen ihr speciell zugewiesenen Zweck im Haushalte des thierischen Organismus erfüllte.

Consequenter Weise sollten wir hier einen Abschnitt über die Lungenexhalation folgen lassen, allein die positiven Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die Lungenexhalation hängen so innig mit den den Respirationsprocess betreffenden Untersuchungen zusammen, dass wir weitläufig oder unklar zu werden befürchten müssten, wollten wir der Systematik zu Liebe die von einer einheitlichen Idee geleiteten Untersuchungen keck auseinander reissen.

Harn.

Wenn Physiologie und Medicin von irgend einem Theile der Zoochemie bündige Aufschlüsse über die vegetativen Processe im gesunden und kranken Thierkörper erwarten durften, so war es gewiss der Harn. Denn wenn die physikalischen Eigenschaften und Verände-

rungen des Harns unter verschiedenen Bedingungen schon im Alterthume die Aufmerksamkeit der Weisen auf sich gezogen und zur Erkenntniss einer Anzahl zwar unerklärlicher aber bedeutungsvoller Thatsachen geführt hatten: so musste auch nach dem Wiederaufleben wissenschaftlicher Forschung dieser Gegenstand einer genauern Untersuchung am zugänglichsten sein. Dazu kam, dass die Leichtigkeit, mit welcher das Material zu solchen Untersuchungen erlangt werden konnte, die Bestrebungen der Forscher mehr unterstützte, als bei den meisten Objecten der Naturwissenschaft der Fall ist. Es konnte daher kaum anders kommen, als dass die ersten Forscher, welche in der neuen Zeit ihre Beobachtungen auf thierische Erscheinungen richteten, vorzugsweise über diesen Gegenstand Licht zu verbreiten suchten. Männer, die in allen Theilen der Wissenschaft jenes Zeitalters glänzten, *van Helmont*, ein *Boerhave* und Andere stellten schon werthvolle Versuche mit dem Harne an; Männer, welche die neuere Chemie mit gründen halfen, lieferten schon ziemlich ausführliche Analysen dieser sehr zusammengesetzten Flüssigkeit, wir nennen von diesen nur *Cruikshank*, *Fourcroy* und *Vauquelin;* im Anfange unsers Jahrhunderts war eine der ersten Arbeiten des jungen *Berzelius* eine Analyse des Harns, die selbst nach fünf Decennien noch als Norm für die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit so wie für das analytische Verfahren gelten kann. Die Forscher der Neuzeit haben sich mit all dem Eifer und Enthusiasmus, den eine neuentstehende oder wiedererstandene Wissenschaft erregt, auf die chemische Untersuchung des Harns geworfen; die neuere Literatur ist daher überreich an Arbeiten, welche diesen Gegenstand betreffen; es fehlt ebensowenig an systematisch durchgeführten, von physiologischen oder pathologischen Gesichtspunkten aus eingeleiteten Untersuchungen, als etwa ein Mangel an Einzelanalysen zu bemerken wäre, die nur von rein chemischem Standpunkte aus oder auch nur zu diagnostischen Einzelzwecken angestellt worden sind. Es liegt vielmehr ein solches Material vor uns aufgethürmt, dass man, der trägen Masse nach zu urtheilen, glauben sollte, die Lehre vom Harn sei der vollendetste Theil der physiologischen Chemie. In wie weit dieser Glaube gerechtfertigt sein mag, das überlassen wir Jedem nach dem Folgenden selbst zu beurtheilen.

Kaum bedarf es der Erwähnung, dass der Harn vom physiologischen Standpunkte aus zu betrachten ist als eine vom thierischen Organismus durch bestimmte Organe, die Nieren, ausgeschiedene Flüssigkeit, welche gewisse entweder bei der thierischen Stoffmetamor-

phose unbrauchbar gewordene oder dem Thierkörper zugeführte, den thierischen Functionen aber unzuträgliche, auflösliche, stickstoffhaltige und salzige Stoffe enthält.

Fassen wir zunächst den normalen, menschlichen Harn ins Auge, so zeigt sich derselbe im frischen Zustande von licht- oder dunkelbernsteingelber Farbe und bitterlich salzigem Geschmacke; frisch gelassen, wo er noch die Temperatur des thierischen Körpers hat und vollkommen klar und durchsichtig ist, riecht er eigenthümlich, schwach aromatisch; er ist immer etwas schwerer als Wasser; doch steigt seine Dichtigkeit nie über 1,03 (d. h. im normalen Zustande); er röthet Lackmuspapier deutlich, jedoch bald mehr bald weniger stark. Beim Aufbewahren des Harns in reinen Gefässen zersetzt er sich, besonders wenn er nicht allzuwenig feste Bestandtheile enthält, keineswegs so leicht, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. Kurz nach dem Erkalten pflegt sich, wenigstens im concentrirteren Harne, wenn solcher längere Zeit in der Harnblase verweilt hat, also z. B. im Morgenharn, ein leichtes Wölkchen zu bilden, welches sich allmählig zu Boden senkt. Bei längerem Stehen in mittlerer Temperatur nimmt allmählig seine saure Reaction zu und es scheiden sich, namentlich in dem schleimigen Sedimente und an den Wänden des Gefässes, gelbrothe, schon mit blossen Augen erkennbare Krystalle ab. In diesem Zustande kann der Harn oft wochenlang verweilen ohne weitere Zersetzung. War der Harn aber sehr verdünnt, stieg die Temperatur über das gewöhnliche Mittel, so tritt sehr bald anstatt der sauren Gährung eine andre ein. Der Harn bedeckt sich zunächst mit einem dünnen, fettglänzenden und oft irisirenden Häutchen, von welchem Bruchstücke sich allmählig zu Boden senken; dem schleimigen Sedimente mischen sich schmutzig gelbweisse Flocken bei, die Farbe des Harns verblasst, seine Reaction wird alkalisch, er beginnt einen widrig ammoniakalischen Geruch zu entwickeln; an die Stelle der rothgelben Krystalle sind weisse Kernchen getreten, und diesen haben sich farblose, stark lichtbrechende, prismatische Krystallchen beigesellt.

Der Harn der fleischfressenden Säugethiere unterscheidet sich wenig von dem des Menschen; er ist vollkommen klar und meist von viel lichterer, fast strohgelber Farbe und röthet Lackmuspapier stark; dagegen ist der Harn pflanzenfressender Thiere gewöhnlich trüb, wo nicht stark sedimentirend, von schmutziggelber Farbe, widrig süsslichem Geruche und alkalischer Reaction.

Der Harn der Vögel und Amphibien, also derjenigen Thiere, bei denen die Ausführungsgänge der Nieren in das Rectum münden, ist frisch entleert gallertartig, halbflüssig, durchscheinend, trocknet aber an der Luft sehr bald zu weissen, käseartig bröcklichen Massen aus.

An morphotischen Bestandtheilen enthält der normale Harn weniger, als irgend eine andre thierische Flüssigkeit, doch pflegt das oft ganz eigenthümlich geformte Plattenepithelium der Harnwege, namentlich der Harnblase, niemals gänzlich zu fehlen; auf die verschiedenen Formen des Harnblasenepitheliums, welches zuweilen dreizackigen Klammern gleicht, zwischen denen die gewöhnlichern Formen von Pflasterepithelium eingeschlossen sind, hat hauptsächlich *Virchow* aufmerksam gemacht; das Erscheinen solcher Zellen im Harn ist nur selten; sie werden noch zusammenhängend im Harn nur gefunden, wenn eine reichliche Abschilferung des Epitheliums der Harnwege stattfindet, z. B. öfter nach Scarlatina, seltner nach Erysipelas.

In dem schleimigen Sedimente normalen Harns findet man bei aufmerksamen Suchen durch das Mikroskop auch einzelne, wohlgebildete Schleimkörperchen mit einfachem linsenförmigen Kern; eine Vermehrung derselben tritt oft schon bei leichteren Reizungen der Blasenschleimhaut ein, noch mehr aber bei Blasenkatarrhen und Pyelitis, wo der Harn oft ein bedeutendes, scheinbar eitriges Sediment absetzt. Bei Gonorrhöen pflegen die der Urethra entsprossenen Schleimkörperchen sich von denen der Harnblase und übrigen Harnwege durch ihre Grösse und ihr glashelles, wenig granulirtes Ansehn zu unterscheiden.

Unter den mikroskopisch erkennbaren Molecülen krankhaften Harns haben seit *Nasse's*[1]), *Henle's*[2]) und *Simon's*[3]) Untersuchungen besonders die schlauchförmigen oder cylindrischen Körper die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen; will man dieselben ihrer Textur nach unterscheiden, so lassen sie sich in drei verschiedene Arten eintheilen, nämlich erstens solche Schläuche, welche aus dem Epithelialüberzuge der Bellini'schen Röhrchen selbst zu bestehen scheinen; diese bilden ziemlich regelmässige Schläuche, an welchen die kleinen Zellen und Zellenkerne fast honigwabenförmig

1) *Nasse*, Correspondenzbl. rh. u. westph. Aerzte. 1843. S. 121.
2) *Henle*, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 1. S. 60. u. 68.
3) *Simon*, *Müller's* Arch. 1843. S. 26.

gruppirt erscheinen; solche Cylinder finden sich gewöhnlich nur im Desquamationsstadium acuter Exantheme und im Beginne jeder entzündlichen Reizung der Nieren. Die zweite Art solcher Cylinder besteht aus frischem Exsudat, welches, in den Bellini'schen Röhrchen gebildet, deren Form beibehalten hat; es sind cylindrische granulirte Stücken, welche Blutkörperchen und Eiterkörperchen eingeschlossen enthalten, ihrer Grundmasse nach aber aus Faserstoff bestehen, wenigstens löst sich diese in Alkalien ziemlich leicht auf, während die eingeschlossenen Blutkörperchen und Eiterkörperchen theils zerstört theils in der Flüssigkeit vertheilt werden; da sie demnach wahrhaft croupöse Exsudate sind, so werden sie bei allen den entzündlichen Nierenleiden vorkommen, die man als acute Form der Bright'schen Krankheit zu betrachten pflegt. Noch macht sich aber oft auch eine dritte Form solcher Schläuche bemerkbar; dieselben bilden hohle Cylinder mit so hyalinen Wänden, dass sie unter dem Mikroskop ziemlich schwer und am leichtesten noch durch Benutzung der Blendung zu entdecken sind; sie sind häufig zusammengefallen, bilden Falten und scheinen manchmal wie um ihre Achse gewunden; dieselben kommen gewöhnlich nur vereinzelt in den chronischen Formen der Bright'schen Krankheit, namentlich bei ausgebildeter Fettniere vor; unter Anwendung von Kali verschwinden sie mit Zurücklassung einer feinen, granulösen Materie; hie und da bemerkt man in ihnen eine Epithelialzelle oder ein Rudiment derselben; ich kann diese Art von Schläuchen kaum für etwas Andres halten, als für die Membrana propria der Harnkanälchen; durch Essigsäure verschwinden sie dem Auge, ob sie aber wirklich gelöst werden oder nur aufquellen und dadurch gleiche lichtbrechende Kraft wie das umgebende Medium erlangen, habe ich trotz Auswaschens mit Wasser oder Neutralisation der Säure nicht entscheiden können. Mit den vorerwähnten croupösen Faserstoffcylindern sind sie nicht zu verwechseln.

Spermatozoïden finden sich im Harn gewöhnlich nach Pollutionen oder Ausübung des Coitus; auch sollen sie im Harne bei der wohl etwas selten vorkommenden Spermatorrhöe gefunden werden. Im Harn Typhöser findet man sie nicht selten; doch ist in solchen Fällen wohl eine Erection mit Saamenergiessung vorhergegangen; ja sie scheinen in dieser Krankheit zuweilen aus der Urethra in die Blase zu wandern; denn nach dem Tode Typhöser entdeckt man solche zuweilen auf der Blasenschleimhaut.

Längliche Schleimpfropfen, die unter dem Mikroskope aus

eng aneinander reihenweise gelagerten Schleimkörperchen zusammengesetzt sich zeigen, findet man oft nach Gonorrhöe und beim sg. Goutte militaire.

Blutkörperchen werden sehr häufig gefunden; die Quelle derselben kann natürlicher Weise sehr verschieden sein; in geringern Mengen kommen sie bei Entzündungen der Nieren und Harnwege vor, besonders aber bei Bright'scher Krankheit, wo sie fast in allen Stadien derselben gefunden werden; ist der Harn sauer, so erhalten sich die Blutzellen lange Zeit unversehrt, höchstens werden sie etwas gezackt; gewöhnlich sind sie etwas aufgequollen und nähern sich der sphärischen Form, meist etwas blasser als im gewöhnlichen Zustande, dabei aber noch scharf contourirt. Der Salzgehalt des Harns ist wohl die Ursache, dass man sie nie rollenförmig an einander gereiht findet.

Faserstoff in grössern Klumpen findet sich im Harn nur bei heftigern Entzündungen der Nieren oder Harnwege, dann aber immer auch Blutkörperchen.

Wird der Harn nicht ganz frisch untersucht, so findet man oft noch gewisse organisirte Materien, die den Vegetabilien oder den Infusorien beizuzählen sind. Im sauren Harn entwickeln sich allmälig, und zwar vorzugsweise in dem schleimigen Sedimente, und wie es den Anschein hat, auch aus diesem selbst, mikroskopische Fadenpilze, sehr ähnlich der Mykoderma cerevisiae; sie sind nur erheblich kleiner als diese ($^1/_{280}$ bis $^1/_{330}$ ‴), mehr sphärisch als oblong, haben einen deutlichen excentrischen, runden Kern und scheinen sich ganz in derselben Weise, wie die Hefenpilze zu entwickeln; wenn der Harn anfängt, seine saure Reaction zu verlieren, finden sie sich auch an der Oberfläche desselben und scheinen zur Bildung der dann gewöhnlich bemerkbaren Häutchen beizutragen. Erst wenn der Harn alkalisch zu werden anfängt, entsehen complicirtere, vegetabilische Organismen; man findet dann zahlreiche Confervenfäden mit und ohne Sporen, die oft ein dichtes Gewirr bilden, dessen einzelne Fäden selbst bei schwachen Vergrösserungen gewöhnlich über das ganze Sehfeld hinweggehen.

Im alkalisch gewordenen Harne sind immer Infusorien zu erkennen, hauptsächlich die gewöhnlichen, faden- oder stäbchenförmigen *Vibrionen* (*Vibrio lineola?*), aber auch punktförmige, bewegliche Molecüle, die *Höfle*[1]) für *Monas termo* Ehrenb. hält.

1) *Höfle,* Chem. u. Mikr. Nachträge. S. 159.

Dass *Heller* auch die *Sarcina ventriculi Goods.* im Harn einmal gefunden zu haben scheint, ist oben S. 128 erwähnt.

Wir gehen zu den nicht organischen Bildungen chemischer Stoffe über, die sich im Harn vorfinden, und, wenn sie in grösserer Menge vorkommen, die sogenannten Harnsedimente darstellen; unter diesen steht das gewöhnliche amorphe harnsaure Natron oben an, von welchem im 1. Th. S. 219—221 ausführlich gesprochen worden ist. Es ist ebendaselbst erwähnt worden, dass die dunkeln, kuglichen, mit feinen Nadeln besetzten Molecüle harnsauren Ammoniaks nur in alkalisch gewordenem Harne vorkommen.

Die prismatischen Krystalle von phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak finden sich nur in neutralem oder alkalischem Harne; von ihnen ist ebenfalls bereits im 1. Th. (S. 435) die Rede gewesen.

Die oktaëdrischen Krystalle oxalsauren Kalks, die im normalen Harne in geringerer Menge, bei gewissen krankhaften Zuständen aber in grösserer Menge gefunden werden, sind ebenfalls schon Th. 1. S. 47—50 beschrieben worden.

Zu den seltenern spontanen Niederschlägen krankhaften Harns gehören die Krystalle des Th. 1. S. 181—85 beschriebenen Cystins.

Unter den chemischen Bestandtheilen des Harns steht der Harnstoff oben an und zwar ebensowohl deshalb, weil er an Menge alle übrigen festen Bestandtheile des Harns übertrifft, als auch wegen der bedeutenden Rollen, die er unter den Trümmern der thierischen Stoffmetamorphose in physiologischer sowohl als chemischer Hinsicht spielt. Alle diese Beziehungen sind bereits im 1. Th. S. 159 bis 174 ausführlich in Betracht gezogen worden.

Von dem Vorkommen der Harnsäure im Harn gilt vollkommen dasselbe (Th. 1. S. 205—226).

Dass Hippursäure auch als normaler Bestandtheil des menschlichen Harns zu betrachten ist, wurde bei der (Th. 1. S. 194—205 befindlichen) Beschreibung des chemischen und physiologischen Verhaltens dieser Säure mit erwähnt.

Liebig's Entdeckung, dass die in der Fleischflüssigkeit enthaltenen, stickstoffhaltigen, krystallisirbaren Körper: Kreatin und Kreatinin, auch im Harne vorkommen, veranlasste uns im 1. Th. (S. 139 bis 146) näher auf diese Stoffe einzugehen.

Ueber die wechselnde Gegenwart und Abwesenheit von Milch-

säure und milchsauren Salzen haben wir uns ebenfalls bereits Th. 1. S. 104 ausgesprochen.

Die leidigen Extractivstoffe und Farbstoffe des Harns haben wir Th. 1. S. 325—329 in möglichster Kürze behandelt; wir würden hier durch Aufzählung der zahlreichen, resultatlosen Versuche, die über dieselben angestellt worden sind, nur in Verwirrung zu gerathen fürchten und schweigen darüber in der Erwartung, dass wir bald von einem tüchtigen Forscher wahrhaft wissenschaftliche Aufschlüsse darüber erhalten werden. Doch können wir eine in diesen Extractivstoffen verborgene Materie nicht ganz unberührt lassen, auf welche die Aufmerksamkeit der Chemiker durch *Scharling*[1]) gelenkt wurde. Diese Materie ist im ätherischen Extracte des Harns enthalten, daselbst aber gemengt mit Farbstoff und einer fettigen Materie und flüchtigen Fettsäuren. Leider ist es nicht gelungen, diese Materie im völlig reinen Zustande zu erhalten und genauer zu studiren. Der fragliche Körper, von *Scharling* Omichmyloxyd genannt, ist harzähnlich, schmilzt schon in kochendem Wasser zu einem gelblichen Oele, löst sich in Alkohol, Aether und Alkalien auf; ob die saure Reaction von einer anhängenden Säure abhängt oder dem Omichmyloxyd angehört, muss zur Zeit noch unentschieden bleiben; trocken riecht er nach Castoreum, feucht aber mehr urinös, mit etwas Terpentinöl versetzt veilchenartig; beim Erhitzen wird er zersetzt. Durch Behandlung mit Chlorgas erhielt *Scharling* daraus einen Körper, dessen Zusammensetzung er $= C_{14} H_5 Cl O_4$ fand, also vollkommen isomer dem Chlorsalicyl. Es muss aber noch dahin gestellt bleiben, ob das fragliche Omichmyloxyd wirklich präcipitirt und der eben beschriebene Stoff die einfache Wasserstoffverbindung der von *Scharling* analysirten Chlorverbindung ist $= C_{14} H_6 O_4$, isomer dem Salicylwasserstoff; denn jene könnte leicht das Zersetzungsproduct einer complicirteren Verbindung sein; leider ist der oben beschriebene Körper zur Elementaranalyse untauglich, indem er noch nicht völlig rein hat dargestellt werden können. Gegen salpetersaures Eisenoxyd giebt übrigens das besagte Omichmyloxyd nicht dieselbe Reaction, wie die Salicylverbindungen.

Schleimsaft findet sich, wie schon oben erwähnt, immer, wenn auch oft in sehr geringer Quantität im normalen Harne; er hat alle

1) *Scharling*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42. S. 265.

die S. 364 im Allgemeinen dem Schleimsafte zugeschriebenen Eigenschaften.

Dass oxalsaurer Kalk als normaler Bestandtheil des Harns zu betrachten ist und unter gewissen physiologischen und pathologischen Bedingungen vermehrt in demselben vorkommt, ist Th. 1. S. 47 bis 50 ausführlicher auseinandergesetzt worden.

Chlornatrium und Chlorkalium finden sich im Harn in sehr variabeln Mengen, worauf bereits Th. 1. S. 445 hingewiesen worden ist. Es verdient hier nur noch erwähnt zu werden, dass unter gewissen pathologischen Verhältnissen die Menge der Chloralkalien im Harn oft ausserordentlich vermindert wird; diess ist nämlich in allen den Fällen bemerkbar, wo reichliche Transsudate oder Exsudate in kurzer Zeit aus dem Blute ausgeschieden werden; es ist aber auffallend, dass die Verminderung der Chloralkalien sich oft nur zeigt, wenn man die in 24 St. durch den Harn entleerten Mengen Chloralkalien vergleicht; diess geschieht z. B. bei sg. acutem Hydrops, acuter Bright'scher Krankheit, bei heftigen Diarrhöen, bei Cholera und Typhus. Dagegen zeigt sich die Verminderung der Chlormetalle bei Entzündungen mit erheblichen Exsudaten oft so bedeutend, dass in dem auf einmal gelassenen Harn salpetersaures Silberoxyd kaum eine starke Trübung bedingt; dieses Verhältniss beobachtete *Heller*[1]) zuerst bei Pneumonien und später auch bei andern bedeutendern Entzündungen. Indessen ist diese Erscheinung nicht constant und mag wohl von der Grösse des gebildeten Exsudats abhängen; sicher ist, dass die Armuth des Harns an Chloralkalien nur von sehr kurzer Dauer ist; über drei Tage sah ich sie nie anhalten. Mit Beginn der Resorption entzündlicher Exsudate soll nach *Heller* sich die Menge des Chlornatriums über das normale Mittel erheben; das ist möglich, ja vielleicht sogar wahrscheinlich, aber wenigstens noch nicht erwiesen; denn wie wir weiter unten sehen werden, lässt sich nach der von *Heller* empfohlenen Methode weder das normale Mittel des Kochsalzgehaltes noch auch ein geringer Ueberschuss desselben nachweisen.

Von dem Gehalte des normalen Harns an schwefelsauren Salzen ist ebenfalls bereits im 1. Th. (S. 455) die Rede gewesen; hier sei nur noch erwähnt, dass *Heller* die Schwankungen im Gehalte krankhaften Harns an Sulphaten ebenfalls nach seiner Methode (durch unmittelbare Anwendung von Barytsalzen auf vorher ange-

1) *Heller*, Arch. Bd. 4. S. 516—526.

säuerten Harn) zu erforschen gesucht hat; er glaubt gefunden zu haben, dass bei lebhaftem Respirationsprocess (er versteht darunter entzündliche Krankheiten, „wo die Hyperinosis sanguinis zugegen") die Menge der Sulphate im Harn (entsprechend dem Grade der Entzündung) zunehme.

Bei drei Versuchsreihen, die ich mit dem von je 24 St. gesammelten Harn zweier Pneumoniker und eines Pleuritikers anstellte, waren die Resultate der *Heller*'schen Behauptung nicht günstig; relativ enthielt der Harn allerdings mehr Sulphate, als normaler, d. h. in 100 Th. des (specifisch schwereren) entzündlichen Harns waren mehr Sulphate als in 100 Th. des normalen (specifisch leichteren) Harns derselben Subjecte nach ihrer vollständigen Wiederherstellung enthalten; in 24 St. wurden aber von den Kranken 4,512 bis 5,842 grm. schwefelsaures Kali und Natron (alles Kali als an Schwefelsäure gebunden berechnet) entleert, während der 24stündige Harn der genesenen 6,582 bis 4,974 grm. Sulphate enthielt. *Heller* hat die Sulphate des Harns vermindert gefunden bei Chlorosis, Neurosen, chronischen Nierenleiden und Rückenmarksleiden; da in diesen Krankheiten der Harn gewöhnlich sehr diluirt zu sein pflegt, so sollte man wohl glauben, dass *Heller* bei Schätzung des Volumens von präcipitirtem schwefelsauren Baryt auf den Wasserreichthum des Harns Rücksicht genommen habe. In einem Falle entschiedener Chlorosis fand ich, dass in 24 St. 6,247 grm. schwefelsaures Kali und Natron entleert wurden.

Im normalen Harn ist saures phosphorsaures Natron enthalten, nicht wie *Heller* annimmt, basisch phosphorsaures Natron; ersteres ist von *Liebig*[1]) zur Evidenz nachgewiesen worden (vergl. Th. 1. S. 450). Die Vermehrung und Verminderung dieses Salzes hält nach *Heller* ziemlich gleichen Schritt mit der der Sulphate; *Jones*[2]) will sie aber besonders bei Gehirnentzündung vermindert gefunden haben (in einem einzigen Falle).

Phosphorsaure Kalk- und Talkerde kommen im normalen Harn in sehr verschiedenen Mengen vor; bei gemischter Kost entleeren sich in 24 St. durch den Harn durchschnittlich 1,093 gr. Erdphosphate. Dass der Gehalt des Harns an diesem Salze zum grossen Theil von der Natur und Menge der genossenen Nahrungsmittel abhängt, geht besonders daraus hervor, dass z. B. bei rein animalischer Kost

1) *Liebig*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 50. S. 161—196.
2) *Jones*, Heller's Arch. Bd. 4. S. 180.

weit mehr durch denselben ausgeschieden werden, als bei vegetabilischer; so entleerte ich während einer 12tägigen rein animalischen Kost in 24 St. durchschnittlich 3,562% phosphorsaurer Erden. Im Harne Schwangerer findet man oft die Menge des phosphorsauren Kalks erheblich vermindert, wie *Donné*[1]) ganz richtig angegeben; besonders ist diess im sechsten bis achten Monate der Schwangerschaft der Fall; indessen wird oft auch der Kalkgehalt des Harns Schwangerer kaum vermindert gefunden. Auch hier mögen die Nahrungsmittel mit von erheblichem Einflusse auf die Mengenverhältnisse der Erdphosphate im Harne sein, wie diess auch die Analysen krankhaften Harns ausweisen. In Krankheiten, namentlich in acuten, wo der antiphlogistischen Diät halber feste Nahrungsmittel in geringen Mengen aufgenommen werden, ist die Ausscheidung der Phosphate ganz entsprechend der des Harnstoffs immer weit geringer als im normalen Zustande. *Heller* will jedoch auch über die Schwankungen der phosphorsauren Erden wichtige Erfahrungen gemacht haben; vermehrt sollen sie sein bei Rheumatismen und Gehörkrankheiten, vermindert bei acuten und chronischen Spinalleiden, Neurosen, acuten und chronischen Nierenleiden.

Ist auf eine einzige Erfahrung etwas zu geben, so möchte ich glauben, dass bei Rhachitis eine reichlichere Ausscheidung der Erdphosphate durch den Harn statt habe; ein durchaus rhachitisches Kind von 4 Jahren entleerte mit einem sehr sauren, Kalkoxalat enthaltenden Harne in 24 St. 0,496 grm., während ein andres Kind von gleichem Alter (beide waren vorzugsweise mit Milch, etwas Fleisch und Weissbrod genährt worden) innerhalb des gleichen Zeitraums nur 0,345 grm. ausschied.

Eisen wird gewöhnlich in sehr geringen Quantitäten im Harn gefunden, indessen fehlt es auch zuweilen gänzlich im Harn völlig gesunder Personen. Sehr viel hat man sich darüber herumgestritten, ob bei Chlorose der Harn Eisen enthalte oder nicht; diese Streitigkeiten würden leicht zu schlichten gewesen sein, wenn man sich nicht untauglicher Methoden zur Erkennung des Eisens bedient hätte. Meinen Erfahrungen nach ist Eisen ebensowohl im Harne Chlorotischer enthalten, als in dem Gesunder, kann aber auch zuweilen ganz fehlen; um seine Gegenwart im chlorotischen Harne nachzuweisen, sind, da dieser meist ärmer an festen Bestandtheilen überhaupt ist, grössere Quantitäten Harns der Analyse zu unterwerfen. Merkwürdig ist aber, dass nach dem Gebrauche von Eisenpräparaten, mögen dieselben gegen Chlorose oder eine andre Krankheit angewendet werden, das Eisen

1) *Donné*, Gaz. médic. de Paris 1841. No. 22. p. 347.

bald mit den gewöhnlichen Reagentien unmittelbar im frischen Harne zu entdecken ist, bald aber nur in geringen Mengen erst in der Asche des Harnrückstands aufgefunden werden kann. Welche Verhältnisse die reichlichere Resorption des Eisens bedingen, so dass es in grössern Mengen in den Harn überzugehen vermag, habe ich nicht ermitteln können.

Auch Kieselsäure findet sich in geringer Menge im Harn, wo sie schon *Berzelius* gefunden hatte (vergl. Th. 1. S. 438).

Im Harn sind endlich auch Gase aufgelöst und zwar vorzugsweise *Kohlensäure* (*Marchand*[1]), jedoch auch etwas Stickstoff; beide lassen sich auf die oben (S. 323) beschriebenen Methode sehr leicht nachweisen.

Die Quantität des Wassers im normalen Harne ist selbst unter rein physiologischen Verhältnissen so ausserordentlich verschieden, dass sich etwas Bestimmtes darüber durchaus nicht angeben lässt. Die Menge des die Nieren durchsickernden Wassers ist völlig unabhängig von der Quantität der etwa gleichzeitig abgeschiedenen festen Harnbestandtheile, während dagegen nach *Becquerel's* Erfahrungen[2]), die ich vollkommen bestätigen kann, grosse Quantitäten Wassers gleichzeitig eine grosse Quantität fester Bestandtheile mit in den Harn überführen, d h. nach dem Genusse grosser Quantitäten Wasser werden z. B. in 24 St. mehr feste Bestandtheile mit dem Harn entleert, als wenn nur wenig Getränk genossen worden ist. Die Menge des in den Harn übergehenden Wassers ist aber von so verschiedenen Factoren abhängig, dass selbst unter rein physiologischen Verhältnissen sich die Ursache einer Vermehrung oder Verminderung des Wassers im Harn nicht immer ermitteln lässt; solche Bedingungen sind vor allem allerdings die Menge getrunkenen oder z. B. durch das Bad aufgenommenen Wassers, die Art des Stuhlgangs, reichliche oder geringere Transspiration, welche wiederum von der äussern Temperatur, von dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre, von körperlicher Bewegung und von vielen andern innern und äussern Ursachen abhängig ist.

Ueber die saure Reaction des normalen Harns ist man lange Zeit im Unklaren gewesen; man leitete dieselbe früher von Milchsäure, ja selbst von Essigsäure ab; *Liebig* hat aber auch diese Frage zur

---

1) *Marchand.* Journ. f. pr. Ch. Bd. 44. S. 250.

2) *Becquerel*, Séméiotique des urines ou traité des alterations de l'urine dans les maladies. Paris 1841.

Entscheidung gebracht und gezeigt, dass die Acidität normalen Harns nur von saurem phosphorsauren Natron abhängig sein könne. Wenn man nämlich gewöhnliches phosphorsaures Natron in Wasser auflöst (welches bekanntlich alkalisch reagirt) und allmählig Harnsäure (die ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist) der Lösung zusetzt und erwärmt, so erhält man eine Lackmus röthende Flüssigkeit, aus welcher sich beim Erkalten ein weisses, krystallinisches Pulver absetzt, welches unter dem Mikroskop die schönsten Gruppen prismatischer Krystalle von harnsaurem Natron darstellt. Wenn nun schon eine so äusserst schwache Säure, wie Harnsäure, dem phosphorsauren Natron einen Theil seiner Basis entziehen kann, so wird man nicht in Abrede stellen können, dass stärkere Säuren, wie Hippursäure, Milchsäure und Schwefelsäure, unmittelbar nach ihrer Bildung bei dem thierischen Stoffwechsel das neutrale phosphorsaure Natron in ein saures Salz umzuwandeln vermögen, als welches es dann mit dem gebildeten schwefelsauren, milchsauren und hippursauren Natron in den Harn übergeht. Gälte diese Erklärungsweise von der Acidität eines jeden Harns, so dürfte der frische Harn nie mehr Basis sättigen, als seinem Gehalte an phosphorsaurem Natron entspricht. Die Versuche, diesen Fragepunkt zu erörtern, sind aber nicht so leicht auszuführen, wie es auf den ersten Blick scheinen mag; denn versetzt man den Harn mit so viel Alkali, dass er weder sauer noch alkalisch reagirt, so ist bekanntlich noch saures phosphorsaures Natron in Lösung; denn das neutrale phosphorsaure Natron reagirt alkalisch, also ist das saure Salz, wenn der Harn ohne Reaction auf Pflanzenfarben ist, noch nicht neutralisirt. Ich suchte daher die Menge der freien Säure im Harn auf folgendem Wege zu finden: der Harn ward mit überschüssigem Chlorbaryum gefällt, der Niederschlag mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht, und der schwefelsaure Baryt dem Gewichte nach bestimmt; hierauf ward eine gleiche Quantität Urin mit frischgefälltem kohlensauren Baryt so lange digerirt, bis alle saure Reaction verschwunden war; dann die abfiltrirte Flüssigkeit mit etwas Essigsäure angesäuert und durch Chlorbaryum gefällt; auch dieser Niederschlag ward mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgekocht und abgewogen; die Quantität des letztern wird bei weitem geringer sein, als die des zuerst abgewogenen schwefelsauren Baryts; die Differenz beider Gewichte gibt uns eine Menge schwefelsauren Baryts, dessen Basis gerade hinreichend gewesen war, um die im Urin enthaltene freie Säure zu sättigen; man kann demnach leicht hieraus nach den chemischen Aequivalenten die

Quantität der freien Säure oder des sauren phosphorsauren Natrons berechnen. Wäre nun auf diese Weise nicht mehr saures phosphorsaures Natron berechnet worden, als einer anderweiten Analyse zufolge in dem Harne wirklich enthalten war, so würde die saure Reaction des Harns einzig und allein vom sauren phosphorsauren Natron herrühren. Diess war allerdings nicht selten der Fall, doch häufiger, und zwar in gesundem sowohl als in krankhaftem Harn, fand ich das Gegentheil, d. h. aus der Vergleichung der Barytsalze berechnete sich gewöhnlich mehr saures phosphorsaures Natron, als durch die directe Analyse gefunden worden war; es musste demnach in der Mehrzahl der Fälle neben dem sauren phosphorsauren Alkali eine freie organische Säure oder ein andres saures Lackmus röthendes Salz enthalten sein. Indessen, scheint mir, darf auch hier nicht vorschnell geschlossen werden; denn leider nimmt die Acidität des Harns nach seiner Entleerung oft so schnell durch Milchsäure- oder Essigsäurebildung zu, dass der Ueberschuss der in erwähnten Versuchen gefundenen freien Säure vielleicht von der erst ausserhalb des Organismus im Harne gebildeten Milchsäure herrühren könnte. Doch findet man in krankhaftem Harne oft einen solchen Ueberschuss freier Säure über das phosphorsaure Natron, dass auf diesen der eben erhobene Einwand keine Anwendung finden kann. Die saure Reaction des Harns rührt also in vielen Fällen nicht allein von der Anwesenheit sauren phosphorsauren Natrons her, sondern auch von Hippursäure und Milchsäure. Wäre übrigens nur saures phosphorsaures Natron im Harn, so könnte der phosphorsaure Kalk und die phosphorsaure Talkerde im Harne auch nur gelöst sein, entweder ebenfalls als saure phosphorcaure Salze oder durch eine andre freie Säure. Wurden aber auch bei der oben berührten Berechnung freier Säure aus den präcipitirten Barytsalzen die Erdphosphate mit in Erwägung gezogen, so blieb das Resultat doch immer dasselbe, d. h. mehr freie Säure, als von allen sauren Phosphaten des Harns abgeleitet werden konnte. Das Wasserextract des Harns reagirt gewöhnlich sauer trotz alles Auswaschens mit Alkohol, und zwar lediglich wegen seines Gehalts an sauren Erdphosphaten; diese müssen jedoch auch vorhanden sein, sobald Milchsäure oder Hippursäure das säuernde Princip des Harns ist.

Die spontane Zersetzung des Harns steht mit der Bildung der Sedimente desselben, ja selbst mit der Entstehung der Harnconcremente, in dem innigsten Zusammenhange, ein Punkt, auf welchen vor-

zugsweise *Scherer*[1]), auf einige schöne Beobachtungen fussend, aufmerksam gemacht hat. Richten wir zunächst unser Augenmerk auf das fast normale Sediment des Harns, welches, wie Th. 1. S. 219—222 nachgewiesen worden ist, im Wesentlichen aus harnsaurem Natron besteht und unter sehr verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen vorzukommen pflegt. Dieses Sediment entsteht oft schon beim Erkalten des frischgelassenen Harns; man könnte daher glauben, dass sein Auftreten nichts weiter anzeigte als eine solche Vermehrung harnsauren Natrons, dass dieses in dem Harn sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht mehr gelöst erhalten könnte; dafür spricht einerseits, dass solche schnell entstandene Sedimente harnsauren Natrons sich auf Zusatz eines weniger concentrirten Harns oft vollständig wieder auflösen, andrerseits aber, dass alle diese Sedimente wieder gelöst werden, sobald man den Harn auf 50 bis 60° C. erwärmt. Allein man braucht gar nicht erst mit dem Thermometer das Sinken der Temperatur und die etwaige Sedimentbildung zu verfolgen, um sich zu überzeugen, dass in der Mehrzahl der Fälle die Trübung und Sedimentbildung im Harne viel später eintritt, als die Temperatur des Harns mit der der Atmosphäre sich ins Gleichgewicht gesetzt hat; man sieht oft erst nach 8, 10, 12 und 24 St. den Niederschlag von harnsaurem Natron entstehen. Ueberdiess zeigt die Analyse des Harns sehr oft (ein Punkt, der *Becquerel* besonders auffallend war), dass ein nicht sedimentirender Harn weit mehr harnsaure Salze enthält, als ein sedimentirender. Die Abscheidung harnsauren Natrons muss also noch in etwas Anderm begründet sein, als in der blossen Abnahme der Temperatur des Harns. Die einfachste Induction lenkt uns nun darauf, anzunehmen, dass in der Atmosphäre eine Veränderung mit dem Harne vorgehen müsse, die er innerhalb der Harnblase und durch blosse Temperaturverminderung nicht erlitt; diese Veränderung kann also nur einem durch die Atmosphäre bedingten Umwandlungsprocesse eines oder des andern Harnbestandtheils beigemessen werden. Folgende Thatsachen veranlassen uns, den farbigen Extractivstoff oder extractartigen Farbstoff des Harns als diejenige Substanz anzusehen, welche das Aufgelöstbleiben grössrer Mengen harnsauren Natrons im Harn bedingt, und durch dessen Umwandlung die Ausscheidung eines grossen Theils jenes harnsauren Salzes bedingt wird. Wir wissen, dass jener

1) *Scherer,* Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 42. S. 171 u. mikr. u. chem. Unters. z. Pathol. Heidelb. 1843. S. 1—17.

farbige Extractivstoff sich besonders mit den Uraten verbindet und deren Eigenschaften wesentlich modificirt; ich habe gezeigt[1]), dass es jener Extractivstoff ist, welcher das harnsaure Natron verhindert, sich aus warmen Lösungen beim Erkalten in den bekannten Krystallgruppen auszuscheiden; setzt man zu einer Lösung harnsauren Natrons, aus der sich beim Erkalten die schönsten farblosen Büschel von harnsaurem Natron abgesetzt hatten, etwas von dem in Alkohol löslichen Extractivstoffe des Harns, so verliert jenes Salz seine Krystallisirbarkeit und es scheiden sich beim Erkalten seiner Lösung in derselben Körperchen ab, in welchen wir es stets aus dem Harne (hier aber nie krystallinisch) sich absetzen sehen, überdiess aber immer in geringerer Quantität, wie Jedermann sich sehr leicht ohne Wägung schon durch den Augenschein überzeugen kann. Dass ferner die Umwandlung des Farbstoffs unmittelbar auf die ganze Constitution des harnsauren Natrons influenzirt, davon wird jeder, der ein solches spontanes Harnsediment filtrirt hat, sich überzeugt haben. Ist das Sediment auf das Filter gebracht, so fällt zunächst die hellrothe oft fast scharlachrothe Farbe auf, die das noch feuchte Sediment angenommen hat; untersucht man aber das auf dem Filter befindliche Sediment näher, entweder unmittelbar durch das Mikroskop, oder nachdem man es durch heisses Wasser wieder zu lösen und durch das Filter zu führen gesucht hat, so wird man eine Menge der schönsten Harnsäurekrystalle finden, von denen in dem Theile des Harns, der nicht filtrirt war und dessen Sediment also der Luft nicht exponirt und darum nicht geröthet war, auch nicht eine Spur zu entdecken ist. Alles diess deutet gewiss darauf hin, dass das Harnpigment, dem schon *Duvernoy*[2]) und *Scherer* eine Rolle bei der Ausscheidung der Harnsäure zuschrieben, auch zur Bildung des gewöhnlichen Natronuratsediments mit beitragen mag. Wollen wir auch jenen Extractivstoff der oben angeführten Berechnung ungeachtet nicht als simples Lösungsmittel gelten lassen, so können wir wohl annehmen, dass im frischen, harnsäurereichen Harn das neutrale harnsaure Natron aufgelöst sei, während durch jene Umwandlung des Pigments etwas Säure gebildet werde, welche dem einfach harnsauren Natron ein Aequivalent Basis entzieht und so zur Bildung des doppelt harnsauren Salzes Veranlassung gibt (vergl. Th. 1. S. 209); dafür würde erstens sprechen, dass jenes gewöhnliche Sediment aller-

1) *Lehmann*, Göschen's Jahresber. 1844. Bd. 2. S. 26.
2) *Duvernoy*, Unters. üb. d. menschl. Urin. Stuttgart 1835.

dings aus doppelt harnsaurem Natron besteht, und dass andrerseits in dem oben beschriebenen Versuche, wo das Sediment filtrirt und dann in heissem Wasser zu lösen versucht worden war, die durchgegangene Flüssigkeit nicht alkalisch reagirt, obgleich auf dem Filter ein grosser Theil natronfreier, krystallinischer Harnsäure geblieben war. Doch müssen erst weitere Versuche diesen die zoochemische Forschung fast beschämenden Gegenstand noch ins Licht setzen.

Was aber die Bildung der Harnsäuresedimente betrifft, so hat *Scherer* den Einfluss der Umwandlung des Pigments durch mehrere schlagende Versuche und feine Beobachtung fast ausser allen Zweifel gesetzt. Es ist bereits Th. 1. S. 222 erwähnt worden, dass im frisch entleerten Harne (ausser etwa bei Lithiasis) niemals aus freier Harnsäure bestehende Sedimente vorkommen und sich auch durch blosses Abkühlen des Harns nicht erzeugen lassen. Die Harnsäuresedimente halte ich daher nur für Producte der Harnzersetzung ausserhalb des thierischen Organismus. Die verschiedenen Harnsorten unterscheiden sich nur dadurch, dass der eine krankhafte oder normale Harn früher als der andre der sauren Gährung unterliegt und so zur Bildung der schwerlöslichen Harnsäuresedimente Veranlassung gibt. Diesen Process der sauren Harngährung hat *Scherer* zuerst erkannt und genauer verfolgt. Jeder normale nicht sedimentirende Harn fängt, wenn er der mittleren Lufttemperatur ausgesetzt ist, nach verschieden langer Zeit an, Harnsäure auszuscheiden und stärker auf Lackmus zu reagiren; durch die volumetrische Methode (entsprechend der alkalimetrischen) kann man sich übrigens bestimmtest von der Zunahme freier Säure im Harn überzeugen. Schwach alkalischer Harn, wie man ihn nach vegetabilischen, alkalireichen Nahrungsmitteln oder nach einigen Dosen essigsauren Kalis, weinsauren Kalis u. dergl. entleert, erlangt nach kurzer Zeit saure Reaction, die unter günstigen Bedingungen so zunimmt, dass etwaige Trübungen durch ausgeschiedene Erden gelöst und Harnsäurekrystalle ausgeschieden werden. Icterischen, braungelben, schwach sauren Harn sah *Scherer* und nach ihm gewiss viele andre stark sauer werden und anstatt der braungelben eine grüne Färbung annehmen in Folge des eigenthümlichen Einflusses freier Säure auf das Gallenpigment.

Die Dauer der sauren Harngährung beträgt nach *Scherer* 4 bis 5 Tage, doch habe ich zwischen 10 und 20° C. die Säure des Harns 2 bis 3 Wochen lang zunehmen und oft erst nach 6 bis 8 Wochen wieder verschwinden sehen. *Scherer* deutet den Process so, dass er den

Harnblasenschleim als Ferment betrachtet und den extractiven Harnfarbstoff als den Körper, welcher der Umwandlung in Säure und zwar in Milchsäure, unterliegt; indessen bildet sich dabei doch öfter auch Essigsäure, wie ich mich nach *Liebig's* Vorgange überzeugt habe. Für die *Scherer'*sche Anschauungsweise spricht, dass die saure Gährung des Harns verhindert oder unterbrochen werden kann durch die meisten Bedingungen, welche sonst der Gährung hinderlich sind, so z. B. durch Zusatz von etwas Alkohol, ferner durch Kochen des Harns (wo wenigstens auf längere Zeit die Säurebildung sistirt wird) und endlich durch Abfiltriren des Schleims. Des letztern Einfluss ist auch aus dem bereits oben S. 392 erwähnten Umstande ersichtlich, dass im Schleime und aus demselben während der sauren Gährung sich eine Art Fermentkügelchen oder Hefepilze erzeugen. Noch muss ich wiederholt darauf aufmerksam machen, dass möglicher Weise bei diesem Gährungsprocesse *oxalsaurer Kalk* gebildet oder wenigstens ausgeschieden wird; ein näherer Zusammenhang zwischen Harnsäureabscheidung und Bildung von diesem Salze gibt sich wenigstens darin zu erkennen, dass in den meisten Harnproben, sedimentirenden und nicht sedimentirenden, so lange sie frisch sind, oxalsaurer Kalk mikroskopisch nicht wahrzunehmen ist; sobald sich aber Harnsäurekrystalle einstellen, pflegt man auch einzelne der bekannten Krystalle oxalsauren Kalks wahrzunehmen; ja gewöhnlich ist krankhafter Harn um so reicher an solchen Krystallen, je schneller er der sauren Gährung unterliegt, also je früher er freie Harnsäure abscheidet.

Vom fünften Tage oder der zweiten bis dritten Woche nach der Entleerung des Harns fängt die freie Säure an, sich allmählig zu vermindern; im Sedimente und auf der Oberfläche des Harns bemerkt man bei der mikroskopischen Untersuchung neben den Fadenpilzen Conferven und Algen; der Harn wird endlich neutral, die gelben Harnsäurekrystalle schwinden oder es treten vielmehr an deren Stelle die bekannten Krystalle des phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks auf, theils in grossen, farblosen, pyramidalen Prismen, theils in kleinen sternförmig gruppirten Nadeln oder grösseren Säulchen. Der Harn wird alkalisch, fängt abscheulich zu stinken an, bildet auf seiner Oberfläche weisslich graue Häute, in denen neben den vegetabilischen Producten sich unzählige Vibrionen und Monaden tummeln; in dem *weissen* Sedimente (das Harnsäuresediment ist mit seltenen Ausnahmen gelb gefärbt gleich den mikroskopischen Krystallen) sind neben den Tripelphosphatkrystallen, Infusorien und Pilzen die braunschwarzen, runden,

mit feinen Spitzen besetzten, stechapfelförmigen Drusen von harnsaurem Ammoniak wahrzunehmen; der Harn braust stark mit Säuren auf; die Flüssigkeit ist kaum noch gelblich gefärbt, das Harnpigment also zum grössten Theile zerstört.

Die alkalische Harngährung tritt aber nicht immer erst nach vollendeter saurer Gährung ein, sondern unter gewissen, zum Theil noch nicht ermittelten Verhältnissen viel früher, ja sie kann sogar, wie wir weiter unten sehen werden, schon innerhalb der Harnblase eintreten. Schon normaler Harn geht, wenn die Temperatur 20° C. übersteigt, mehr oder weniger schnell in die alkalische Gährung über; sehr leicht geschieht diess, wenn der Harn nicht in reinen Gefässen aufbewahrt wird, und fast auf der Stelle, sobald er mit bereits alkalisch gewordenem Harn versetzt wird, selbst wenn des letztern Menge nur so gering ist, dass die freie Säure des frischen Harns kaum gesättigt wird. Man wird also hier mit demselben Recht, wie bei andern Gährungsarten, ein besondres Ferment statuiren können; dieses alkalische Ferment können wir mit *Scherer* kaum in etwas Anderem suchen, als in dem veränderten Harnschleime und den diesen begleitenden mikroskopischen Organismen. Ist diese Deutungsweise in den jetzt gültigen Anschauungen der Chemiker über die Gährungsprocesse begründet, so wird sie auch noch durch einige Erfahrungen am Krankenbette unterstützt. Am entschiedensten und constantesten beobachten wir die Entleerung eines alkalischen, mit Säuren aufbrausenden Harns bei primären oder secundären Leiden der Blasenschleimhaut; im ersteren Falle ist entweder ein inveterirter Blasenkatarrh (sg. Blasenhämorrhoïden u. dergl.) vorhanden oder vollkommene Vereiterung der Blasenwand in Folge krebsiger Geschwülste oder andrer Afterproducte; in diesen Fällen ist die Absonderung des Schleimes abnorm, der Schleimsaft wird in grösserer Menge abgesondert, hat nicht mehr die gewöhnlichen Eigenschaften des Harnschleims und zersetzt sich ausserordentlich schnell. Im letzteren Falle leidet die Blasenschleimhaut höchstens indirect; diess geschieht bei Rückenmarksleiden, die mit Lähmung der Extremitäten und der Harnblase verbunden sind; hat hier auch die Blasenschleimhaut ihre vollkommene Integrität, so wird der von ihr abgesonderte Schleim wegen der mangelnden Contractilität der Blase nicht fortgeschafft, sondern haftet auf derselben und beginnt sich zu zersetzen bis zu dem Grade, dass er den aus den Ureteren zutröpfelnden Harn fast augenblicklich in alkalische Gährung versetzt, so dass selbst bei Incontinentia urinae der Harn, welcher nur kurze Zeit

in der Blase verweilte, bereits alkalisch und ammoniakhaltig abläuft. Secundär bildet sich jedoch auch hier ein Katarrh der Blasenschleimhaut aus.

Consequenter Weise nimmt *Scherer* an, dass der Harnblasenschleim innerhalb der Harnblase auch jene Constitution annehmen könne, vermöge deren er den Harnextractivstoff zur Säurebildung disponirt. Diess ist gewiss bei Harnsteindiathese, wo ein saurer Harn mit bereits ausgebildeten Harnsäurekrystallen abgesondert wird, nicht in Abrede zu stellen; allein in den so häufigen Fällen von fieberhaftem Harn, der frisch entleert mässig sauer reagirt und nur harnsaures Natron enthält, will mir die Annahme eines bereits in der Blase modificirten Schleimes nicht recht plausibel dünken; denn abgesehen davon, dass bei den fieberhaften oder entzündlichen Affectionen doch schwerlich an ein Leiden der Blasenschleimhaut oder einen bereits in der Blase modificirten Schleim gedacht werden kann, so kommt es hier häufig vor, dass ein Harn, der eben gelassen wurde, nicht schnell säuert, nicht sobald Harnsäure abscheidet, während der kaum 2 St. vorher entleerte Harn diese Eigenschaften in hohem Grade besass; man würde diese Erscheinung von dem längern Verweilen eines concentrirten, die Blasenschleimhaut reizenden Harns ableiten können, wenn nicht auch das Umgekehrte zuweilen beobachtet würde, d. h. vorher wird ein nur sehr spät erst säuernder und nach 2 St. ein stark und schnell säuernder Harn entleert. Wir müssen wohl in solchen Fällen den Grund der leichteren Säuerung in der Constitution des von den Nieren secernirten Harns, d. h. in der besondern Beschaffenheit einzelner durch die während des Fiebers modificirte Stoffmetamorphose gebildeter Materien und vielleicht vorzugsweise in dem quantitativ vermehrten und qualitativ veränderten Harnpigmente suchen.

Scherer hat ferner auch zu beweisen gesucht, dass die genannten Gährungsprocesse, insofern sie schon in der Harnblase vor sich gehen, wesentlich zur Entstehung der Harnsteine mit beitragen. Es komme nämlich nur auf die Beschaffenheit des Harnblasenschleims und die Art des durch diesen eingeleiteten Gährungsprocesses an, ob sich ein Harnconcrement aus Harnsäure, aus phosphorsauren Erden oder aus harnsaurem Ammoniak bestehend bilde. Durch Abänderung der Zersetzungsbedingungen zu verschiedenen Zeiten der Krankheit, d. h. durch die allmählige, qualitative und quantitative Veränderung des Secrets der krankhaft afficirten Schleimhaut, lässt sich auch die Bildung von Harnsteinen erklären, deren verschiedene Schichten verschiedene

Zusammensetzung haben. *Scherer* sucht sonach eines der wesentlichsten Momente der Lithiasis in einer Degeneration des Secrets der Blasenschleimhaut; dafür sprechen die chemischen Untersuchungen der Harnconcremente ebensowohl als viele ärztliche Erfahrungen. Die grösste Mehrzahl der Harnsteine enthält einen Schleimpfropf als Kern, der Schleim scheint also gewöhnlich wenigstens die erste Bildungsanlage für die Concremente abzugeben; ferner die innern Schichten der meisten Harnsteine enthalten Harnsäure, während die äussern phosphorsaure Erden oder harnsaures Ammoniak enthalten; wenigstens eine Spur Harnsäure lässt sich am Kern des Concrements immer nachweisen. Jedes harnsäurehaltige Concrement wirkt selbst durch Reizung der Blasenschleimhaut darauf hin, dass seine Vergrösserung durch Ablagerung von Phosphaten oder harnsaurem Ammoniak und Kalk bewerkstelligt wird; während also aus der Formation der Harnsteine zu ersehen ist, dass im Anfange ihres Auftretens fast immer bei Gegenwart von Schleim eine Disposition zur Ausscheidung von Harnsäure, eine saure Harngährung, vorhanden war, beweisen die oberflächlichen Schichten der meisten Harnsteine, dass zur Zeit ihrer Ablagerung ein alkalisches Harnferment vorhanden gewesen und alkalische Harngährung stattgefunden haben musste. Wer viel Harnconcremente, namentlich grössere, ihrer Formation und ihrer Constitution nach untersucht hat, wird fast unwillkührlich zur Annahme der *Scherer*'schen Ansicht gedrängt; sprechen doch selbst die maulbeerförmigen Harnsteine, die bekanntlich sehr viel oxalsauren Kalk enthalten (aber wohl nie einzig und allein aus demselben bestehen), für jene Erklärungsweise; sie enthalten immer viel Harnsäure und bilden oft den Kern grösserer erdhaltiger Concremente.

Diese schöne und so einfache Erklärungsweise, angemessen den jetzt gültigen Principien über die Zersetzung organischer Stoffe, findet also sowohl in der chemischen Analyse der Concremente selbst als in den ärztlichen Erfahrungen vielfache Bestätigung, so sehr sie von den gewöhnlichen Ansichten der Aerzte abweicht, die milchsaure, harnsaure, phosphatige und andre Diathesen anzunehmen vorziehen. Indessen möchte es sehr schwer sein, zu beweisen, dass namentlich die harnsäurehaltigen Concremente lediglich einem modificirten Blasenschleime ihre Entstehung verdankten; denn wie wir oben bei der Sedimentbildung erwähnt haben, so dürfte auch in der Mischung des Nierensecrets selbst ein Moment liegen, welches einmal die Bildung von Concrementen befördert, ein andermal aber hindert. Es sind aber

ausserdem sicher noch viele Punkte zu erforschen, ehe wir alle Erscheinungen der Concrementbildung erklärt, ehe wir die Entwicklungsformen der Harnsteine wissenschaftlich erfasst zu haben hoffen dürfen.

Gehen wir nun zur Betrachtung derjenigen *Harnbestandtheile* über, *welche von aussen dem Thierkörper zugeführt*, nur kurze Zeit darin verweilen und entweder unverändert oder wenig modificirt *in den Harn übergehen*, ein Gegenstand, der wegen seiner hohen Wichtigkeit für die Erforschung des thierischen Stoffwechsels schon vor längerer Zeit besonders von *Wöhler*[1]), neuerdings in Gemeinschaft mit *Frerichs*[2]), bearbeitet worden ist. Obgleich es logischer Weise nicht recht concinn erscheinen dürfte, hier zugleich derjenigen Stoffe Erwähnung zu thun, welche den darüber angestellten Versuchen nach nicht in den Harn übergehen: so ist diess doch wohl der geeignetste Ort, die Thatsachen zusammenzustellen, welche als positive Unterlagen einer Theorie der Harnbildung dienen können, und uns zugleich einen Blick in das innere Triebwerk des zoochemischen Stoffwechsels thun lassen.

Im Allgemeinen lässt sich der Satz aufstellen, dass nur solche (nicht zu den Nährstoffen gehörige) Substanzen in den Harn übergehen, welche leicht löslich in Wasser sind und keine Neigung haben, mit den organischen oder unorganischen Materien des Thierkörpers unlösliche Verbindungen einzugehen. Deshalb lassen sich die meisten löslichen Alkalisalze: Salpeter, Borax, Jodkalium, Bromnatrium, kieselsaure, chlorsaure, kohlensaure Alkalien und viele andre unverändert wieder im Harne nachweisen. Den Substanzen, welche unverändert in den Harn übergehen sollen, muss ausser der Löslichkeit und Unfähigkeit, unlösliche Verbindungen einzugehen, noch eine andre Eigenschaft zukommen, nämlich die, entweder schon vollständig oxydirt zu sein oder keine Neigung zur Oxydation und Zersetzung überhaupt zu besitzen; so ist z. B. Schwefelkalium eine sehr leicht lösliche Substanz, welche auch mit den Materien des Thierkörpers unlösliche Verbindungen einzugehen nicht geneigt ist: allein ihrer leichten Oxydirbarkeit halber geht sie nicht als solche in den Harn über (sondern als schwefelsaures Kali), wenn nicht sehr grosse Mengen derselben in den Körper gebracht worden waren. Viele Materien, welche mit thierischen Stoffen, namentlich den Albuminaten, schwerlösliche Verbindungen

1) *Wöhler*, Zeitschr. f. Physiol. Bd. 1. S. 305—328.
2) *Wöhler* und *Frerichs*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 65. S. 335—349.

bilden, gehen nur dann in den Harn über, wenn sie dem Thierkörper in sehr grossen Mengen zugeführt werden; daher fand *Orfila* die schweren Metalle, welche sonst nicht durch die Nieren ausgeschieden zu werden pflegen, z. B. Gold, Silber, Blei, Wismuth, Antimon und Arsen nach sehr starken Gaben im Harne wieder, während diese sonst nur in der Leber und deren Secrete und demnach in den festen Excrementen aufgefunden zu werden pflegen, wenn sie in relativ kleinen und öfter wiederholten Gaben angewendet worden waren.

Viele organische Stoffe erleiden bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus dieselben Umwandlungen, welche die Chemiker künstlich mit denselben hervorgebracht haben; besonders gilt das von solchen organischen Materien, welche auf Anwendung gewisser Oxydationsmittel in verschiedene Stoffe zersetzt zu werden pflegen; ja viele lösliche Substanzen werden im Blute so vollkommen oxydirt, dass weder sie selbst noch eines ihrer Zersetzungsproducte im Harne wieder erscheint. Dagegen verlieren viele solche, welche ihren Sauerstoff leicht abgeben, bei ihrem Durchgange durch den thierischen Körper, und zwar wahrscheinlich schon in den ersten Wegen, einen Theil ihres Sauerstoffs und erscheinen deshalb im Harne als niedere Oxydationsstufen der angewendeten Stoffe.

Wir haben schon Th. 1. S. 48 gesehen, dass nach dem Genusse kohlensäurereicher Getränke die Menge des oxalsauren Kalks im Harn vermehrt wird; wir müssen hinzufügen, dass positive Versuche uns gelehrt haben, dass auch die freie Kohlensäure des Harns dadurch erheblich vermehrt wird. Nach dem Genusse von Champagner entwickelte ein Harn 53% seines Volumens Gas, nach dem von sg. Gose 68%.

Nach dem Genusse von Selterser Wasser beobachteten wir, *Buchheim* und ich, nicht dieselbe Wirkung, wie nach dem von jenem noch in Gährung begriffenen Biere oder dem moussirenden Weine; der Grund dieser Erfahrung mag vielleicht darin liegen, dass, wie *Couërbe*[1]) gefunden, das Selterser Wasser beim Aufhören des Drucks nur ein Volumen Gas zurückhält und wahrscheinlich, nachdem es in den Magen gebracht worden ist, noch durch die Ructus einen grossen Theil der Säure verliert, während dagegen der Champagnerwein von vier Volumen verdichteter Kohlensäure nur ein halbes Volumen abgibt. Bei diesem Uebergange der Kohlensäure aus kohlensäurereichen Getränken oder auch doppeltkohlensauren Alkalien in die Blutmasse und den Harn ist aber zu bemerken, dass derselbe entschieden nur wahrgenommen wird, wenn die betreffenden Stoffe in den leeren Magen gebracht werden; *Buchheim* hat diese

1) *Couërbe*, Journ. de Pharm. T. 26. p. 221.

Beobachtung zu wiederholten Malen an sich selbst gemacht; es entstehen natürlicher Weise, sobald Speisen im Magen enthalten sind, aus bekannten physischen und chemischen Gründen Gasentwicklungen, die sich durch die Ructus deutlich genug zu erkennen geben, manchmal aber auch durch Flatulenz, so dass man zuweilen durch Percussion des Unterleibs nachzuweisen im Stande ist, wo die kohlensäurereiche Flüssigkeit mit Darmcontentis in Berührung kommt.

Die kohlensauren Alkalien erscheinen erwähnter Massen als solche im Harne wieder, obgleich ein Theil derselben durch die sauren Säfte des Magens und Darms gesättigt worden sein muss. Es wäre gewiss nicht uninteressant gewesen zu ermitteln, wieviel kohlensaures Alkali nothwendig sei, um unter bestimmten Verhältnissen beim Menschen die Ausscheidung eines neutralen oder schwach alkalischen Harns herbeizuführen. *Buchheim*, der einige Zeit derartige Versuche an sich anstellte, fand, dass selbst bei Berücksichtigung der Kost, des allgemeinen diätetischen Verhaltens u. s. w. die Menge des zu dem genannten Zwecke nöthigen Alkalis ausserordentlich verschieden ist; diess ist allerdings leicht erklärlich, denn es wirken ja auf den höhern oder mindern Grad der Acidität des Harns so verschiedenartige Momente ein, die völlig ausser dem Bereiche der Macht des Experimentators liegen.

Jod verbindet sich im Thierkörper sehr bald mit Alkalien und erscheint dann als Jodnatrium im Harn.

Lösliche Barytsalze können trotz ihrer leichten Zersetzbarkeit durch Sulphate, Phosphate und Carbonate doch bei hinlänglich grossen Gaben nach *Wöhler* in den Harn übergehen.

Kaliumeisencyanid erscheint im Harn als Kaliumeisencyanür wieder.

Rhodankalium geht selbst nach Anwendung kleiner Mengen sehr bald in den Harn über.

Die meisten organischen Säuren gehen nach *Wöhler's* Untersuchungen unverändert in den Harn über, sobald sie im freien Zustande in den Körper gebracht worden sind; die betreffenden Versuche wurden mit folgenden Säuren angestellt: Oxalsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Weinsäure, Bernsteinsäure, Gallussäure, Salicylwasserstoff.

Gerbsäure wird bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus in Gallussäure umgewandelt.

Wöhler's Erfahrung, dass Benzoësäure aus dem Thierkörper unter der Form von Hippursäure mit dem Harne wieder ausgeschieden

werde, ist nächst *Ure*[1]) und *Keller*[2]) von vielen andern Beobachtern bestätigt worden.

Woher die Benzoësäure in diesem Falle die Elemente des Fumaramids (vergl. Th. 1. S. 204) entlehne, ist mit Bestimmtheit bis jetzt noch nicht zu ermitteln gewesen; *Ure* glaubte, dass die Hippursäure nach dem Gebrauche von Benzoësäure im Harne auf Kosten der Harnsäure vermehrt gefunden werde, dass sie also einen stickstoffhaltigen Atomencomplex in sich aufnehme, welcher ohne sie zur Bildung der Harnsäure verwendet worden wäre; er empfahl daher den Aerzten, gegen harnsaure Diathese Benzoësäure anzuwenden. Leider haben aber *Wöhler* und *Keller* bei dem Gebrauche der Benzoësäure keine Verminderung der Harnsäure nachweisen können; ebensowenig *James*, *E. Broth* und *M. H. Boyé*[3]). *Baring Garrod* glaubt dagegen nach Anwendung der Benzoësäure eine constante Verminderung des Harnstoffgehalts im Harn gefunden zu haben; *Simon's* Untersuchungen, so wie auch die meinigen, bestätigen jedoch auch diese Behauptung nicht. In vier Beobachtungen, wo ich nach dem Gebrauche grösserer Mengen Benzoësäure (2 Drachmen) den 24stündigen Harn untersuchte, konnte ich in keinem Falle eine einigermassen bemerkbare Verminderung irgend eines stickstoffhaltigen Bestandtheils nachweisen; indessen sind solche Versuche so schwierig auszuführen und namentlich die Summe der einzelnen täglich entleerten Mengen stickstoffhaltiger Materien so wechselnd, dass kein Schluss aus derartigen Untersuchungen gezogen werden darf; so würde es z. B. sehr voreilig sein, aus dem scheinbar negativen Resultate der Harnuntersuchung schliessen zu wollen, dass die Benzoësäure etwa den zur Zellenbildung bestimmten Substanzen das stickstoffhaltige Material entzöge.

Wenn die nahe Verwandtschaft der Benzoësäure und Hippursäure die Entstehung der letztern aus der erstern beim thierischen Stoffwechsel einigermassen erklärbar machte: so ist dagegen die Erfahrung *Erdmann's* und *Marchand's*[4]) um so auffallender, dass auch die Zimmtsäure (C_{18} H_7 O_3 HO) bei ihrem Durchgange durch den thierischen Organismus stickstoffhaltige Materie in sich aufnehme und als Hippursäure im Harne auftrete.

Diese Umwandlung der Zimmtsäure in Hippursäure kann auf verschiedene Weise gedacht werden: entweder verliert diese Säure 4 At. Kohlenstoff und 2 At. Wasserstoff, um sich zunächst in Benzoësäure zu verwandeln (denn C_{18} H_7 O_3 — [4C + 2H] = C_{14} H_5 O_3), oder sie bildet unter Aufnahme von Ammoniak und Abscheidung von Wasser Cinnamid (C_{18} H_7 O_3 + H_3 N—HO = C_{18} H_9 NO_2), welches nur noch 4 At. Sauerstoff aufzunehmen braucht, um Wasser und Hippursäure zu bilden (C_{18} H_9 NO_2 + 4O = 3HO + C_{18} H_8 NO_5 HO).

---

1) *Ure*, Journ. de Pharm. Octbr. 1841.
2) *Wöhler* und *Keller*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 43. S. 108.
3) *James, E. Booth* und *M. H. Boyé*, Medic. Times. Novbr. 1845.
4) *Erdmann* und *Marchand*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 35. S. 307—309.

Merkwürdig ist, dass die der Benzoësäure so nahe stehende Cuminsäure sich im thierischen Körper nicht wie die Benzoësäure und Zimmtsäure mit stickstoffhaltiger Materie verbindet, sondern unverändert in den Harn übergeht; sie verhält sich also wie die der Benzoësäure noch näher stehende salicylige Säure (Salicylwasserstoff).

Durch Versuche an Menschen, Kaninchen und Hunden haben sich *Wöhler* und *Frerichs* überzeugt, dass die Harnsäure, werde sie in den Magen gebracht oder in die Venen injicirt, im Thierkörper ganz so wie durch Bleihyperoxyd zersetzt wird; der Harn wurde jedesmal nach Anwendung dieser Säure bei weitem reicher an Harnstoff und oxalsaurem Kalk gefunden.

Von der höchsten Bedeutung für die physiologische Chemie ist die Entdeckung *Wöhler's*, dass die neutralen pflanzensauren Alkalien im thierischen Organismus ebenso oxydirt werden, als wenn man sie in Sauerstoffgas verbrennt; in den Harn geht kohlensaures Kali über, derselbe wird dadurch alkalisch, trübt sich von ausgeschiedenen phosphorsauren Erden und braust natürlich mit Säuren auf. Dass die Umwandlung der organischsauren Alkalien in kohlensaure im Blute vor sich gehe, liess sich a priori schliessen; unter Andern habe ich mich durch Injection milchsauren Alkalis in die Jugularis von Hunden von der ausserordentlich schnellen Umwandlung desselben und dem baldigen Erscheinen kohlensauren Alkalis im Harn überzeugt (vergl. Th. 1. S. 102). Es ist aber eine auffällige noch durch fernere Forschungen zu ermittelnde Thatsache, dass bei verschiedenen Personen selbst unter scheinbar völlig gleichen Verhältnissen der Harn nach dem Gebrauche pflanzensaurer Alkalien bald früher, bald erst später alkalisch wird, besonders aber, dass bei verschiedenen Personen sehr verschiedene Mengen solcher Salze nothwendig sind, um den Harn alkalisch zu machen. Durch die Abhandlung eines jungen Forschers, der schon nach dem Genusse einiger gebackner Pflaumen den Harn constant alkalisch werden gesehen hatte, aufmerksam gemacht, beobachtete ich, dass bei manchen Personen, wenn sie auch gemischte Kost zu sich genommen hatten, zwei bis drei Stunden nach dem Verschlucken eines halben Scrupels essigsauren Natrons der Harn schon alkalisch wird, während andre nach rein vegetabilischer Kost in Folge von 2 Drachmen essigsauren Natrons nicht einmal einen alkalischen Harn entleeren. Aus zahlreichen Versuchen an Gesunden und Beobachtungen an Kranken, die pflanzensaure Alkalien genommen hatten, ging nur Folgendes mit Sicherheit hervor: wirken die fraglichen Salze abführend,

so wird der Harn weit schwieriger alkalisch, gewöhnlich aber gar nicht; neben animalischen Nahrungsmitteln wird, wie zu erwarten stand, der Harn nicht so leicht alkalisch, als neben vegetabilischen Nahrungsstoffen, daher bei antiphlogistischer Diät; ist jedoch die fieberhafte Krankheit von einem sehr sauren Harn begleitet, so wird natürlich auch der Harn weit später alkalisch; daher zwei fieberhafte Kranke bei gleichen Dosen pflanzensaurer Alkalien Harn von verschiedener Reaction entleeren können, der eine alkalischen, der andre noch deutlich sauren. Bei einer und derselben Person wird, wenn sie dieselbe Kost geniesst, der Harn nach gleichen Gaben alkalisch, wenn sie sich ruhig verhalten hat, bleibt jedoch sauer nach starker körperlicher Bewegung. Man würde jedoch sehr irren, wollte man glauben, dass wir auf diese Weise bereits völlig ins Klare über diesen Gegenstand gesetzt wären; es bedarf nur einiger Aufmerksamkeit am Krankenbette, um sich zu überzeugen, dass wir noch weit davon entfernt sind, im speciellen Falle den Grund des Sauerbleibens oder Alkalischwerdens des Harns erfassen zu können. Im Allgemeinen lässt sich wohl als unzweifelhaft annehmen, dass die während des krankhaften Processes vor sich gehenden Metamorphosen im Blute zur Säurebildung bald mehr bald weniger hinneigen, und dass deshalb in dem einen Falle eine geringere Quantität zugeführten pflanzensauren Alkalis zur Sättigung der freien Säure des Harns nöthig ist, als in dem andern Falle. Indessen scheint bei dem Genusse vegetabilischer Substanzen das Alkali der darin enthaltenen pflanzensauren Salze keineswegs die einzige Ursache zu sein, dass der Harn alkalisch wird. So sah ich meinen eignen, gewöhnlich stark sauer reagirenden Harn bei dem Genusse einer rein stickstoff- und alkalifreien Kost (Milchzucker, Stärkmehl und Fett) schon nach 18 Stunden alkalisch werden. *Magendie*[1]) injicirte einem seit drei Tagen nüchternen Kaninchen, dessen Harn sauer, klar und reich an Harnstoff war, Kleisterlösung in die Jugularis; wenig Augenblicke darauf war der Harn gänzlich verändert, d. h. er war alkalisch, trübe und arm an Harnstoff. *Bernard*[2]) injicirte einem Hunde und einem Kaninchen Traubenzuckerlösung in die Venen; der Harn beider Thiere wurde dadurch alkalisch und trübe von ausgeschiedenen Erden (während Rohrzuckerlösung unter gleichen Verhältnissen keine solche Einwirkung auf den Harn zeigte, sondern unverändert

1) *Magendie,* Compt. rend. 1846. No. 4. p. 191.
2) *Bernard,* ebendas. No. 12. p. 534—537.

mit demselben abging). Es geht aus diesen Thatsachen wohl zweifellos hervor, dass die Alkalescenz des Harns pflanzenfressender Thiere wohl nicht allein durch die in deren Nahrungsmitteln enthaltenen organischsauren Alkalisalze bedingt wird. *Bernard* fand übrigens, dass der Harn der Hunde, der im normalen Zustande sauer ist, alkalisch wird, sobald diese Thiere blos vegetabilisches Futter erhalten, dass dagegen der Harn von Kaninchen, der unter normalen Verhältnissen alkalisch ist, sauer wird, sobald diesen Thieren Animalien durch den Schlund beigebracht werden oder ihnen Fleischbrühe in die Venen gespritzt wird. Aus den Versuchen, die *Bernard* mit Herbivoren anstellte, deren Harn nach Entziehung aller Nahrung klar, bernsteingelb und stark sauer wurde, geht hervor, dass die reine Gewebsmetamorphose im Thierkörper gleich reiner Fleischnahrung die Absonderung eines limpiden, sauren Harnes bedingt. *Bernard* glaubt endlich gar eine Einwirkung des Vagus auf die Reaction des Harns wahrgenommen zu haben; er sah nämlich bei mit Vegetabilien gefütterten Thieren, deren Harn alkalisch war, diesen sofort nach Durchschneidung beider Vagi sauer werden; eine Erfahrung, deren Richtigkeit ich nach einem von mir an einem Kaninchen angestellten Experimente bezweifeln möchte. Kaninchen sind aber überhaupt zu solchen Versuchen untauglich; denn diese Thiere lassen meinen Erfahrungen nach sehr oft einen sauren Harn, ohne dass man den Grund dieser Erscheinung aufzufinden vermöchte.

Chinin ist im Harne nach dem Gebrauche nicht allzu kleiner Dosen leicht wieder nachzuweisen.

Harnstoff geht nach *Wöhler's* und *Frerich's* Versuchen unverändert in den Harn über.

Theein und Theobromin sind im Harne nicht wieder zu entdecken; da beide Stoffe eine heftige Aufregung des Gefäss- und Nervensystems veranlassen, so mag ich nicht entscheiden, ob die von mir gefundene Vermehrung des innerhalb 24 St. entleerten Harnstoffs von der Zersetzung jener stickstoffreichen Körper oder jenem Ergriffensein des Gesammtorganismus abhängig war.

Anilin wurde von *Wöhler* und *Frerichs* im Harn nicht wieder gefunden.

Mit andern organischen Basen sind noch keine directen Versuche rücksichtlich des Uebergangs derselben in den Harn angestellt worden.

Alloxantin scheint sich nach Versuchen von *Wöhler* und *Frerichs* im Thierkörper in Harnstoff und andre Stoffe zu verwandeln;

sie fanden die Substanz weder selbst noch Alloxan im Harne der Personen, die 5 bis 6 Gran davon genommen hatten.

Rhodallin (Senfölammoniak) geht nicht als solches in den Harn über; an dessen Stelle findet sich Ammoniumrhodanid; dasselbe wird also im Körper ebenso zersetzt, wie künstlich durch Natronkalk (*W.* u. *Fr.*).

Allantoin geht nicht in den Harn über, auch bewirkt es keine Vermehrung des oxalsauren Kalks, die man etwa erwarten könnte, da es künstlich (nach Th. 1. S. 179) durch Alkalien in oxalsaures Ammoniak zerfällt.

Amygdalin liess sich nicht mit Bestimmtheit im Harne wieder auffinden (*W.* u. *Fr.*).

Asparagin konnte ich im Harn nicht wieder finden.

Salicin wird im thierischen Organismus ebenso zersetzt, wie durch Oxydationsmittel; im ätherischen Extracte des Harns findet man Salicylwasserstoff[1]); man könnte vielleicht glauben, dass das Salicin im Thierkörper, wie durch Emulsin, in Zucker und Saligenin zerfalle und dass erst beim Verdunsten des Harns das letztere sich durch die freie Säure desselben in Salicylwasserstoff verwandle; da jedoch auf Amygdalin keine Substanz im Thierkörper gleich dem Emulsin einwirkt, so ist es auch nicht recht wahrscheinlich, dass Salicin auf die letzterwähnte Weise zerlegt werde.

Phlorrhizin war im Harn nicht wieder zu finden.

Flüchtiges Bittermandelöl (blausäurefrei) verwandelt sich, ohne Vergiftungssymptome zu erzeugen, wahrscheinlich erst in Benzoësäure und erscheint dann als Hippursäure im Harn (*W.* u. *Fr.*).

Chinon wird im thierischen Organismus zersetzt (*W.* u. *Fr.*).

Benzoëäther bedingt Vermehrung der Hippursäure im Harn (*W.* u. *Fr.*).

Nach *Wöhler* gehen die meisten Farbstoffe so wie auch viele Riechstoffe unverändert oder nur wenig modificirt in den Harn über, z. B. die Pigmente von Indigo, Krapp, Gummigutt, Rhabarber, Campecheholz, von rothen Rüben und Heidelbeeren, die riechenden Bestandtheile von Baldrian, Knoblauch, Asa fötida, Castoreum, Safran und Terpenthin. Im Harn fand *Wöhler* nicht wieder: Campher, Harze,

1) *Lehmann*, Handwörterb. d. Physiol. Bd. 2. S. 15.

brenzliches Oel, Moschus, Alkohol, Aether, Coccusroth, Lackmus, Saftgrün und Alkannafarbstoffe.

Bemerkenswerth ist noch die *Schnelligkeit, mit welcher manche Stoffe den thierischen Organismus durcheilen;* im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass, je löslicher eine Substanz ist und je weniger sie Veränderungen im Thierkörper erleidet, sie desto schneller im Harne wieder erscheint. Diess ist jedoch nur eine Regel mit vielen Ausnahmen; am bewährtesten hat man sie an dem allerdings so leicht selbst in höchst geringen Mengen entdeckbaren Jodkalium gefunden; dasselbe soll nach einigen Experimentatoren schon 4 bis 10 Minuten nach der Aufnahme durch den Mund im Harne nachzuweisen sein; mir ist diess nur gelungen an einem Manne zu beobachten, bei dem die hintre Platte der Harnblase mit den Mündungen der Ureteren blos lag; bei andern Personen erschien es oft erst nach ¾ St. bis 5 St. im Harn (dagegen sehr bald im Speichel (s. oben S. 32). Auf den Genuss von zwei bis drei Drachmen doppeltkohlensauren Kalis fand ich bei mehrern Personen den Harn nach ½ bis ¾ St. neutral und nach einer Stunde alkalisch. Milchsaures Natron, zu einer halben Unze eingenommen, machte reinen Harn schon nach ½ St. alkalisch; wurden von demselben Salze Hunden entsprechende Mengen in die Jugularis injicirt, so zeigte deren Harn schon nach 5 höchstens 12 Minuten stark alkalische Reaction.

Die Diurese der Hunde ist bei dieser Operation sehr lebhaft, sobald man dafür sorgt, dass sie fortwährend saufen können; der wenn auch geringe Blutverlust scheint ihnen Durst zu erregen, während andrerseits das eben gebildete kohlensaure Alkali vielleicht wirklich die Harnabsonderung beschleunigt. Die Beobachtung der Zeit des Alkalischwerdens solchen Harns ist daher gewöhnlich sehr leicht.

Erichsen[1]) beobachtete die Zeit des Uebergangs löslicher und farbiger Substanzen in den Harn wahrscheinlich an demselben Subjecte mit Extroversio vesicae urin., welches früher in Deutschland herumreiste; nach Aufnahme von 40 Gran Blutlaugensalz sah er dasselbe innerhalb zwei Minuten wieder im Harn erscheinen; weniger schnell erschien das Blutlaugensalz so wie die andern Stoffe im Harn, wenn die Versuche kurz nach eingenommener Mahlzeit vorgenommen wurden.

Die Dauer, wie lange ein fremdartiger Stoff im thierischen Körper verweilt, ist höchst verschieden; auch hier hängt es von der Löslichkeit des fraglichen Stoffs und überhaupt seiner chemischen Natur ab, ob er längere oder kürzere Zeit zu seiner Abscheidung bedarf. Leicht-

1) *Erichsen,* Lond. med. Gaz. June 1845.

lösliche Substanzen werden in der Regel schnell wieder aus dem Körper durch den Harn entfernt; so sah ich auf eine Gabe von zwei Drachmen essigsauren Kali's die alkalische Reaction des Harns schon nach 10 Stunden verschwinden, einmal jedoch auf den Genuss von drei Drachmen doppeltkohlensauren Natrons erst nach drei Tagen. Indessen scheint auf diese Verhältnisse auch die Individualität von Einfluss zu sein; diess kann man am Jodkalium am besten beobachten; bei manchen Personen ist schon 24 St. nach einer Gabe von 10 Gran Jodkalium keine Spur desselben mehr im Harn aufzufinden, bei andern jedoch oft noch nach 3 Tagen (so auch noch im Speichel). Stoffe, welche mit thierischen Substanzen unlösliche chemische Verbindungen eingehen, werden nur sehr langsam und gewöhnlich weniger durch den Harn als durch den Darmkanal aus dem Körper entfernt; Metalle werden bekanntlich noch nach sehr langer Zeit in der Leber und andern Theilen gefunden.

Wir gehen nun zur Betrachtung derjenigen *Stoffe* über, *welche nur im krankhaften Harne vorzukommen pflegen.*

Ueber das Vorkommen von Albumin im Harn sind ausserordentlich viel Beobachtungen gemacht worden, doch hat man es constant nur bei Nierenaffectionen gefunden. Seit der nähern Erkenntniss aller jener Nierenleiden, die man mit dem Namen der *Bright'schen Krankheit* belegt hat, ist man zu dem Erfahrungssatze gelangt, dass bei diesem Leiden immer Albumin im Harne gefunden wird, wenn die Menge dieses Stoffs auch noch so gering ist, so dass er zuweilen ganz zu fehlen scheint. In der chronischen Form der Bright'schen Krankheit nimmt der Albumingehalt des Harns oft erheblich ab, wenn sich irgend eine acute oder entzündliche Affection jener zugesellt. Die Menge des Albumins im Bright'schen Harn ist aber zuweilen so bedeutend, dass beim Erhitzen die ganze Flüssigkeit zu einem gelblichweissen Coagulum erstarrt. Im Uebrigen lässt sich keine Krankheit namhaft machen, in welcher *Albuminurie* eine constante Erscheinung wäre. Am häufigsten tritt noch Eiweissgehalt des Harns ein in allen denjenigen Krankheiten, zu welchen sich Urämie gesellen kann; daher besonders bei acuten Exanthemen, besonders Scharlach, und hauptsächlich bei der Cholera. Neben Urämie zeigt sich aber sehr oft Bright'sche Nierendegeneration, so dass diese Krankheiten rücksichtlich ihres Eiweissgehaltes nur von dem Eintritte der Bright'schen Affection abhängig scheinen; allein es kommen sehr viele Fälle, namentlich von Scarlatina und Erysipelas, vor, wo nur vorübergehend einen oder zwei

Tage im Harn sich Eiweiss findet und neben diesem selbst die oben erwähnten Epithelialcylinder vorkommen; in diesen Fällen hat man es nur mit einem einfachen *Nierenkatarrh* zu thun, bei welchem sich, wie bei der katarrhalischen Affection jeder andern Schleimhaut, zur Abstossung des Epitheliums auch Eiweissaussonderung gesellt.

Bei *Wassersuchten*, namentlich bei höhern Graden derselben, kommt auch ohne gleichzeitige Nierenentartung häufig Albumin im Harn vor; der Uebertritt dieses Stoffs durch die Nierencapillaren kann in solchen Fällen auf doppelte Weise gedacht werden; entweder das Blut ist bereits so hydrämisch geworden, dass es nicht blos die Capillaren des Peritonäums, des Unterhautbindegewebes und andrer Organe durchdringt, sondern auch die Nierencapillaren, und dass sich also hier nur den gewöhnlich die Nieren durchdringenden Stoffen noch etwas Albumin zugesellt. Man kann sich aber auch vorstellen, dass diejenigen organischen Leiden der Brust- oder Unterleibsorgane, welche eine Hemmung des Blutlaufs in den Capillaren und Venen des Unterleibs mit sich brachten und dadurch zu reichlichern Transsudaten Veranlassung gaben, einen gleichen Zustand auch in den Capillaren und Venen der Nieren hervorrufen, durch welche ein Austritt des Albumins in die Nierencanäle bedingt wird. Für diese Anschauungsweise sprechen einige schöne Versuche von *Meyer*[1]), welcher bei Kaninchen bald die Nierenvene der einen Seite, bald die V. cava inferior durch eine Einschnürung verengerte, wodurch der hydrostatische Druck des Blutes die Nierencapillaren erweitern musste; er fand in allen Fällen Albumin in dem nach der Operation gesammelten Harne; bei Unterbindung der Nierenvene einer Seite fand er natürlich nur in dem Harne Albumin (und zwar sehr viel), der aus dem blosgelegten Ureter der operirten Seite ausfloss.

Organische Leiden der Brust- und Unterleibsorgane bedingen zuweilen Eiweissdurchtritt durch die Nieren, auch ohne dass gleichzeitige hydropische Transsudate wahrgenommen werden; hier wahrscheinlich ebenfalls nur aus der oben angeführten Ursache.

Gelangt in den Harn irgend einer Affection der Harnwege halber *Blut* oder wirklicher *Eiter*, so versteht sich von selbst, dass der Harn albuminhaltig gefunden wird.

Wenn sich, wie nicht selten, zu *hektischem Fieber*, *Diabetes*, *Rückenmarkskrankheiten* u. dergl. Albuminurie gesellt, so ist der

---

1) *G. H. Meyer*, Arch. f. phys. Hlk. Bd. 3. S. 116–119.

Grund dieser Erscheinung wohl entweder in dem wässrigen Zustande des Bluts oder, wie zuweilen bei Diabetes, in einem wirklichen Nierenleiden zu suchen.

Nicht selten kommen Fälle vor, dass Personen, die nur von *leichten Fiebern* befallen worden sind und sonst an keiner tiefer eingreifenden Krankheit leiden, vorübergehend mit dem Harne etwas Eiweiss aussondern (*Becquerel*[1]), *C. Schmidt*[2]) u. Andre); da selbst bei völlig Gesunden ohne nachweisbare Ursache zuweilen ein albuminöser Harn vorkommt (*Simon*[3]), *Canstatt*[4]), *Becquerel*[5]) u. A.), so dürfte man wohl glauben, dass manche Personen besonders dazu disponirt sind, d. h. in der Organisation derselben der Grund des leichtern Eiweissübertritts liegt. Hierher gehört auch das zeitweilige Vorkommen von Albumin im Harn Schwangerer (*Rayer*[6]), *Becquerel*[7]); gleich wie das Oedem der untern Extremitäten mit den Varicositäten derselben in nahem Zusammenhange steht, so mag auch die Ueberfüllung der Blutgefässe in den Unterleibsorganen bei einer Schwangern mehr als bei der andern zur Eiweisstranssudation in den Nieren Veranlassung geben.

Von dem Vorkommen des Faserstoffs als abnormen morphotischen Bestandtheils des Harns ist schon oben die Rede gewesen und bemerkt worden, dass er bei Blutungen in den Harnwegen immer gefunden werden kann. Man hat aber auch Harn beobachtet, in welchen nur Intercellularflüssigkeit des Blutes transsudirt zu sein schien; in einigen solchen Fällen schied sich das Fibrin erst, nachdem der Harn gelassen war, theils als gallertartige Masse, theils als körnige oder fadenförmige Klümpchen aus (*Prout*[8]), *Nasse*[9]), *Pickford*[10]), *Heinrich*[11]).

Caseïn hat man besonders in sg. Milchharne oder chylösem Harne

---

1) *Becquerel,* Sémeïotique etc. p. 134.
2) *C. Schmidt,* Charakteristik u. s. w. S. 117.
3) *Simon,* Lehrb. d. medic. Ch. Bd. 2. S. 382.
4) *Canstatt,* Pathologie. 2. Aufl. Bd. 2. S. 182.
5) *Becquerel,* a. a. O. S. 324.
6) *Rayer,* Maladies des reins. T. 2. p. 579.
7) *Becquerel,* a. a. O. S. 394.
8) *Prout,* On the nature and treatm. of diseases. etc. 1848. p. 46.
9) *Nasse,* Unters. z. Physiol. u. Pathol. Bonn 1835. S. 215.
10) *Pickford,* Arch. f. phys. Hlk. Bd. 6. S. 85.
11) *Heinrich,* Rhein. Monatsschr. f. Aerzte. Bd. 1. S. 24.

finden wollen; wir haben schon an mehrern Orten in dem Obigen darauf aufmerksam gemacht, wie schwierig es ist, Caseïn von basischem Natronalbuminat und andern Proteïnkörpern zu unterscheiden; wir selbst haben nie Gelegenheit gehabt, wahrhaftes Caseïn im Harne nachzuweisen; aber auch in allen den Untersuchungen chylösen Harns (von *Chevallier*[1]), *Blondeau*[2]), *Rayer*[3]), *Bouchardat*[4]), *Golding Bird*[5]) u. A.) ist das Caseïn keineswegs mit wissenschaftlicher Genauigkeit nachgewiesen worden, man müsste denn an vollkommne Metastase der Milch auf die Nieren glauben. Dass aber Proteïnkörper in den Harn übergehen, deren Eigenschaften mit keiner der bekannten Proteïnverbindungen übereinstimmen und deren Modificationen auch nicht ohne Weiteres etwa von der Harnbeimischung abgeleitet werden können, ist durchaus nicht in Abrede zu stellen. So fand z. B. *Bence Jones*[6]) im Harne eines an „Knochenerweichung", jedenfalls aber auch an einer Nierenaffection leidenden Mannes neben den bekannten schlauchförmigen Körpern eine eigenthümliche eiweissartige Substanz, welche sich dadurch auszeichnete, dass sie in siedendem Wasser löslich war, und durch Salpetersäure präcipitirt sich beim Erwärmen wieder auflöste, beim Erkalten aber wieder ausschied; gegen Essigsäure und Blutlaugensalz verhielt sie sich ganz wie ein Proteïnkörper, ebenso gegen concentrirte Salzsäure, mit der sie eine prächtig purpurblaue Lösung gab; auch die Elementaranalyse bewies, dass sie eine den Proteïnkörpern ganz analoge Zusammensetzung hatte; sie enthielt 1,1% Schwefel, der durch Behandlung mit Kali u. s. w. sehr leicht nachzuweisen war. Der fragliche Harn enthielt übrigens 6,7 % von dieser Substanz. Diese Substanz kann nicht füglich für Albumin oder Caseïn erklärt werden, wenigstens so lange nicht, als wir nicht im Stande sind, durch Zusatz gewisser Substanzen das Albumin oder Caseïn in diese Substanz oder dieselbe in jene zu verwandeln; die Eigenschaften sind zu different, als dass sie mit einer der bekannten Modificationen irgend welcher Proteïnverbindung verglichen werden könnte.

---

1) *Chevallier*, Journ. de Chim. médic. T. 1. p. 179.
2) *Blondeau*, ebendas. S. 4. p. 41.
3) *Rayer*, L'Experience 1838. No. 42.
4) *Bouchardat*, Journ. de connaiss. médic. Août 1843.
5) *Golding Bird*, Lond. med. Gaz. Octbr. 1843.
6) *Bence Jones*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 67. S. 97—105.

Fett im Harn ist eine ziemlich seltene Erscheinung, wenn man absieht von dem Fett, welches sich von den äussern Genitalien namentlich bei Frauen dem Harne häufig beimischt. In der älteren Literatur ist sehr oft von fetthaltigem Harne die Rede, wo das Fett sich als schillerndes Häutchen auf der Oberfläche des Harns angesammelt haben sollte: allein in der grössten Mehrzahl der Fälle dürfte wohl jenes Häutchen nicht aus Fett, sondern aus der oben beschriebenen Kruste von Erdphosphaten und Fadenpilzen bestanden haben; denn diese Krusten gleichen oft täuschend einem Fetthäutchen, welches ich wenigstens auf dem Harne niemals wahrgenommen habe. Später sah *Nauche*[1]) gar dieses Häutchen als ein characteristisches Kennzeichen der Schwangerschaft an, und hat dadurch eine Unzahl Untersuchungen veranlasst, die noch dazu nur zu einem negativen Resultate führten. Das *Kiestheïn* ist nichts als die oben S. 404 beschriebene Bildung von Tripelphosphatkrystallen, Pilzen und Conferven beim Alkalischwerden des Harns; wenn aber auch dieses Häutchen und der sich später bildende flockige Niederschlag nichts weniger als ein characteristisches Kennzeichen der Schwangerschaft ist, so darf doch keineswegs in Abrede gestellt werden, dass dieses Häutchen oder richtiger die schnelle Alkalescens im Harne schwangerer Frauen häufiger vorkommt, als sonst; der Harn Schwangerer ist nämlich in der Regel sehr wässrig und geht deshalb weit leichter in alkalische Gährung über; er enthält ferner häufig mehr schleimige, proteïnartige Substanz als andrer Harn und diess ist ein zweiter Grund, weshalb er leichter alkalescirt und zur Bildung jenes Häutchens geneigt ist. Ganz aus der Luft gegriffen ist also die Erfahrung von *Nauche* durchaus nicht, allein man muss sich überzeugt haben, dass der Harn Schwangerer, besonders wenn sie mehr Animalien genossen haben, diese Eigenschaft sehr oft nicht besitzt, und dass dagegen der dünne Harn hysterischer und chlorotischer Frauen ebensowohl als der schwach saure und albuminöse Harn ganz dieselben Erscheinungen wahrnehmen lässt, die man dem Harne Schwangerer für eigenthümlich hielt.

Fettreichthum hat man besonders dem sg. chylösen Harne und Milchharne vindicirt, in welchem das Fett in Bläschen wie in dem Chylus oder der Milch suspendirt sein soll. Leider ist über die Krankheitsformen, zu welchen sich ein solcher Harn gesellen kann, sehr wenig bekannt.

---

1) *Nauche*, Journ. de chim. méd. 2. Ser. T. 5. p. 64.

Wichtiger ist das Vorkommen von Fett in eiweisshaltigem Harne; schon Th. 1. S. 261 wurde erwähnt, dass Fett im Harn bei fettiger Nierenentartung erwartet werden könnte; meine Untersuchungen Bright'schen Harns haben bis jetzt diese Erwartung nicht gerechtfertigt; doch findet man zuweilen freie Fettbläschen im Harne, von denen aber immer schwer zu entscheiden ist, ob sie dem Harn angehören oder nur zufällig von aussen demselben beigemengt sind, zumal da ihre Menge stets sehr gering ist. In den spätern Stadien der Bright'schen Krankheit findet man indessen zuweilen einzelne Schläuche, die mit kleinen Fettbläschen oder Fettkörperchen gefüllt erscheinen und den Tubulis contortis bei Fettniere auffallend gleichen. In solchem Falle wäre wohl eine Diagnose der Fettniere aus dem Harne möglich.

Auch bei der vorsichtigsten Untersuchung findet man zuweilen Fettbläschen im Harn bei Krankheiten, die mit schneller Abmagerung verbunden sind; namentlich bei Leberleiden und bei den Zuständen, zu denen sich sg. hektisches Fieber zugesellt.

Dass Zucker im diabetischen Harne vorkommt, bedarf kaum der Erwähnung; ist doch der Zuckergehalt des Harns das einzige characteristische Kennzeichen des Diabetes mellitus. In anderm als diabetischen Harne hat man zwar öfter Zucker zu finden geglaubt (vergl. *Lersch*[1]); allein es war auf diese Erfahrungen nicht viel Werth zu legen, da die zur Entdeckung des Zuckers angewendeten Methoden nur zu leicht zu Täuschungen Veranlassung geben konnten; selbst die Trommer'sche Zuckerprobe, wenn auch mit aller Vorsicht angestellt, giebt bei entschiedenem Zuckergehalte gewöhnlichen Harns keine deutliche Reaction, während sie bei völliger Abwesenheit von Zucker den Unerfahrnen leicht zur Annahme von Zucker verleiten kann. Es ist bereits Th. 1. S. 297 erwähnt worden, dass *Prout* und *Budge* im Harn Arthritischer und Dyspeptischer, ich in dem einer Wöchnerin Zucker gefunden haben; ich halte die Erfahrungen der beiden genannten Forscher für um so richtiger, als ich jüngst nach der Th. 1. S. 293 angegebenen Methode im Harne eines Mannes, der an der ausgeprägtesten Arthritis litt, Zucker gefunden habe.

Beispiele von abnormen Pigmenten im Harn werden viele angeführt; die ziegelrothe Färbung des Sediments im Fieberharn ist keineswegs vom normalen Harnpigmente abhängig, doch möglicher Weise durch Oxydation aus demselben entstanden; wenigstens sieht man sehr oft das gewöhnliche Harnsediment (harnsaures Natron) auf

1) *Lersch*, Baier. medic. Correspondenzbl. 1846. S. 534.

dem Filter sich intensiv ziegelroth bis scharlachroth färben; näher untersucht ist es nicht; es ist aber früher bald *rosige Säure*, bald *Urerythrin* bald *Purpursäure* genannt worden. Blaue, grüne, violette und schwarze Pigmente sind im Ganzen selten im Harn beobachtet worden. Auf *Heller's* aus dem Harne dargestellte Pigmente ist bereits Th. 1. S. 326 aufmerksam gemacht worden; leider sind die darüber angestellten Versuche noch so unreif zu irgend einer Schlussfolgerung, dass selbst noch an der Existenz einzelner, wie *Uroxanthin*, *Urrhodin* zu zweifeln ist; am meisten erwiesen, genauerer Untersuchung am zugänglichsten dürfte noch das krystallisirbare *Uroglaucin* sein, welches auch von *Alois Martin*[1]) und von *Scherer* künstlich durch Einwirkung von Salpetersäure dargestellt worden ist. Dieses Uroglaucin kann möglicher Weise in dem blauen, violetten und schwarzen Harn früherer Beobachter enthalten gewesen und mit dem sg. *Cyanurin* identisch sein. Die Angabe *Heller's*, dass sehr oft der Bright'sche Harn so wie auch der bei Cholera auf Zusatz von viel concentrirter Salpetersäure blau gefärbt werde, ist leicht zu bestätigen; ich möchte aber meinen Erfahrungen nach sagen, dass nur, wenn urämische Symptome bereits eingetreten sind, jene Eigenthümlichkeit des Harns sich zu zeigen pflegt.

Gallensäuren kommen keineswegs so selten im Harn vor, als man geglaubt hat; schon *Pettenkofer* fand sie einmal im Harn bei Pneumonie vermittelst seiner Gallenprobe; auffallend ist, dass sie bei entschiedenem Icterus, selbst wenn der Harn reich an Gallenpigment ist, oft nur in sehr geringer Menge darin vorkommen oder gänzlich fehlen, während oft ein schwach pigmentirter Harn bei genauerer Untersuchung unverhältnissmässig grosse Menge Gallenharz erkennen lässt. Constant kommt Gallensäure übrigens im Harn Pneumonischer keineswegs vor, ja vielmehr selten; sonst habe ich wenigstens diese Substanz nie im Harne entdecken können, wenn nicht (wie bei der rechtseitigen Pneumonie oft) eine deutliche Affection der Leber vorhanden war.

Ueber das Vorkommen des Gallenpigments im Harn ist bereits Th. 1. S. 324 das Nöthige bemerkt worden.

Ebenso ist von dem Vorkommen jener seltneren Stoffe, dem *Xanthin* und dem *Cystin* bereits im 1. Th. S. 176 und 184 die Rede gewesen.

---

1) *Alois Martin*, Heller's Arch. Bd. 4. S. 191—196.

Unter welchen pathologischen Verhältnissen kohlensaures Ammoniak im Harn erscheinen könne, ist schon oben erwähnt worden.

Schwefelwasserstoff, wohl in der Mehrzahl der Fälle eben so wie kohlensaures Ammoniak entstanden, wurde von *Chevallier*[1]), *Höfle*[2]) und *Heller*[3]) einigemal im Harn Tuberculöser und Blatterkranker gefunden.

Buttersäure, welche zuerst von *Berzelius*[4]) im Harne nachgewiesen wurde, kommt nur selten in demselben vor und zwar ebensowohl in gesundem als in krankem. An eine bestimmte Krankheitsform scheint aber das Vorkommen der Buttersäure nicht gebunden zu sein; öfterer bin ich im Harne Schwangerer auf Buttersäure gestossen, als in dem nicht schwangerer Frauen und Männer.

Berzelius unterwarf mit Schwefelsäure versetzten Harn der Destillation, sättigte das saure Destillat mit Barytwasser, filtrirte und erhielt beim Abdampfen eine krystallinische Salzmasse, die mit Schwefelsäure viel Buttersäure entwickelte. Bei Wiederholung dieses Versuchs, wobei selbst sehr grosse Massen Harn einer solchen Behandlung unterworfen wurden, erhielt ich immer nur Spuren von Buttersäure; dagegen vermochte ich aus dem Harnrückstande einer nicht stillenden Wöchnerin am 3. 4. 6. 9ten Tage nach der Geburt, wo die Wöchnerin sehr kärglich genährt wurde, und auch wenig Appetit hatte, durch blosse Extraction mit Aether ein saures Fett auszuziehen, welches nach Buttersäure roch und übrigens die oben angegebenen Eigenschaften dieser Säure zeigte; wurde dann der mit Aether extrahirte Rückstand in Wasser gelöst, mit Schwefelsäure versetzt und ganz nach *Berzelius* behandelt, so gewann ich eine neue Quantität Buttersäure. Dieser buttersäurehaltige Harn war immer etwas trübe und mehr schmutzig- als bernsteingelb.

Ammoniaksalze, wie Salmiak und phosphorsaures Natron- oder Talkerde-Ammoniak, finden sich keineswegs in frischem gesunden Harn, so oft man auch deren Existenz in solchem behauptet hat. Die Versuche, welche die Nichtexistenz von Ammoniak im frischen Harn ausweisen, sind Th. 1. S. 426 angeführt. Dass die Efflorescenzen, welche beim Verdunsten eines Tropfen Harns unter dem Mikroskop zu bemerken sind, nicht von Salmiak, geschweige denn von phosphorsaurem Natron-Ammoniak herrühren, ist an dem oben angeführten Orte ebenfalls bemerkt worden. Wenn man aber andrerseits in frischem

1) *Chevallier*, Journ. de chim. méd. T. 1. p. 179.
2) *Höfle*, Medic. Ann. Bd. 11. S. 415.
3) *Heller*, Arch. Bd. 3. S. 24.
4) *Berzelius*, Lehrb. d. Ch. Bd. 9. S. 424.

Harne nach dem Verdunsten desselben unzweifelhaft Ammoniak nachgewiesen hat, so ist dieses erst das Product einer Zersetzung. Wir haben schon in dem Obigen darauf aufmerksam gemacht, wie leicht sich das Harnpigment umwandelt und den Harnstoff in seine Zersetzung mit hineinzieht. Man wird sich aber durch Wiederholung folgender von mir angestellter Versuche leicht davon überzeugen können, dass durch die Gegenwart von Ammoniak in noch so vorsichtig verdunstetem Harn durchaus nicht dessen Präexistenz im frisch gelassenen Harn zu erweisen ist. Dampft man z. B. ganz frischen Harn in einer Retorte bei möglichst niedriger Temperatur ein, so wird man im Destillate stets Ammoniak finden, während der rückständige concentrirte Harn oft stärker Lackmus röthet als vorher. Hier wirkt nämlich das saure phosphorsaure Natron des Harns zersetzend auf den Harnstoff oder den Farbstoff ein (wahrscheinlich auf beide); es bildet sich phosphorsaures Natron-Ammoniak, von dem bekannt ist, dass es bei einer Temperatur von 100° Ammoniak abgiebt und sich wieder in saures phosphorsaures Natron umwandelt; es wirkt also fort und fort auf jene stickstoffhaltigen Materien während des Verdunstens zersetzend ein, und der Harn kann daher nach wie vor seine saure Reaction behalten, während viel ammoniakalische Flüssigkeit überdestillirt. Kocht man reinen Harnstoff oder das durch Schwefelsäure von allen Basen und also auch von Ammoniak befreite alkoholische Harnextract nach Sättigung der Schwefelsäure durch Kali oder Natron mit saurem phosphorsauren Natron, so wird man sich von der Richtigkeit der eben versuchten Erklärungsweise für diese auffallende Erscheinung überzeugen. Versetzt man durch Gefrieren concentrirten Harn mit Platinchlorid und Alkohol, so fällt nur Kaliumplatinchlorid, aber kein Platinsalmiak nieder; setzt man Aetzkali zu solchem Harn, so zeigt der Niederschlag bei der mikroskopischen Untersuchung nicht die bekannten sternförmig gruppirten Blättchen des basisch phosphorsauren Talkerde-Ammoniaks, sondern nur amorphe Materie; auch durch chemische Mittel ist kein Ammoniak in diesem Niederschlage nachzuweisen.

Dass sich in krankhaftem, alkalischen Harne von Menschen Ammoniaksalze vorfinden, versteht sich hiernach wohl von selbst: allein auch in saurem Harne von Kranken findet man zuweilen Ammoniaksalze, wie ich mich an ganz frischem sauren Harne von Typhuskranken überzeugt habe. Es ist aber ausserordentlich schwierig, mag man zur Ammoniakbestimmung Platinchlorid oder Talkerdesalze nach *Lie-*

big[1]) oder nach *de Vry*[2]) anwenden, die Mengen Ammoniak auch nur annähernd genau zu bestimmen, da solcher Harn in der Regel zur Zersetzung sehr geneigt ist und aus einer Harnprobe nichts geschlossen werden kann; denn auch hier ist es nöthig, den in einem bestimmten Zeitraume gesammelten Harn zur Bestimmung zu verwenden. Aus diesem Grunde ist es auch schwer zu entscheiden, in welchen Krankheitsformen vorzugsweise der saure Harn ammoniakhaltig ist.

De Vry's Methode, Ammoniak im Harn quantitativ zu bestimmen, ist folgende: der frische Harn wird zur Entfernung der Erden mit doppeltkohlensaurem Natron versetzt, filtrirt und dann schwefelsaure Talkerde zugefügt; durch letztere wird wegen Gegenwart des phosphorsauren Natrons im Harne phosphorsaure Talkerde-Ammoniak gefällt, aus welcher das Ammoniak zu berechnen ist. Soll diese Methode zu genaueren Bestimmungen benutzt werden, so ist zweierlei dabei zu berücksichtigen; erstens fällt nämlich durch das doppeltkohlensaure Natron schon Ammoniak mit der Talkerde nieder, und zweitens ist es möglich, dass das phosphorsaure Natron des Harns nicht ausreicht, um alles Ammoniak mit der Talkerde zu verbinden und auszufällen; beide Mängel würden sich jedoch leicht umgehen lassen, der erste durch Bestimmung der Talkerde in dem durch kohlensaures Natron erhaltenen Präcipitate, der letztere durch Zusatz überschüssigen phosphorsauren Natrons (*Berzelius*[3]).

Das Vorkommen von Salpetersäure, welches nach *Prout*[4]) *Wurzer*[5]) in ziegelfarbenen Harnsedimenten beobachtet haben wollte, dürfte um so mehr zu bezweifeln sein, als die angewendete Untersuchungsmethode zu einer Täuschung leicht Veranlassung geben konnte.

Indem wir uns nun zur Betrachtung der analytischen Methoden wenden, welche zur Untersuchung des Harns angewendet oder empfohlen worden sind, kommen wir zu einem der unerfreulichsten Capitel der ganzen physiologischen Chemie. Wenn wir beim Blute schon manche vergebliche Bemühungen, manchen unnütz vergossenen Schweiss zu bedauern hatten, so haben wir dazu noch viel mehr Grund bei Betrachtung der meisten vorliegenden Harnanalysen. Diese Harnanalysen sind es besonders, welche die zoochemischen Untersuchungen bei wirklichen Chemikern in solchen Misskredit gebracht haben, dass man sie häufig mit den berüchtigten Analysen von neuen und alten Droguen in eine Classe geworfen hat. Trotz dieses traurigen Standpunktes der Harnanalyse werden wir nicht in die An-

---

1) *Liebig*, Ann. d Ch. u. Pharm. Bd. 50. S. 195.
2) *De Vry*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 59. S. 383.
3) *Berzelius*, Jahresber. Bd. 17. S. 628.
4) *Prout*, a. a. O.
5) *Wurzer*, a. a. O.

fangsgründe der analytischen Chemie, der Physik und der Arithmetik eingehen, Disciplinen, die man sämmtlich bei Anstellung von Harnanalysen mit Füssen getreten hat, wie leicht zu erweisen sein dürfte. Wir halten es geradezu für unwürdig der Wissenschaft, in einer physiologischen Chemie auf die Elemente der Naturbeobachtung, auf die einfachsten physikalischen Lehren, auf simple Proportionsrechnung oder Regeldetriexempel zurückzukommen und gestatten uns dem, was bereits im ersten Theile über die Entdeckungsweisen und Bestimmungsmethoden einzelner Bestandtheile des Harns gesagt worden ist, nur noch weniges hinzuzufügen.

Wenn aber die Analysen des Harns der Pathologie noch wenig Früchte getragen haben, so liegt die Schuld immer noch weniger an den Analytikern, als an den Aerzten selbst; so lange diese in dem Missverständnisse dessen befangen sind, was die chemische Analyse zu leisten vermag und was nicht, wird ihnen selbst die beste Harnanalyse nichts nützen; so lange sie nicht selbst dem Chemiker Fragen zu stellen verstehen, wird ihnen die pathologische Chemie auch nicht die erwünschte Antwort geben können; so lange die Aerzte endlich die chemischen Agentien nur als diagnostisches Handwerkzeug, gleich Sthetoskop und Plessimeter, verwenden zu können wähnen, werden auch die chemischen Untersuchungen des Harns ihnen unverständlich bleiben und die unter ihren Auspicien ausgeführten Harnanalysen den unreinlichsten Versuchen beigezählt werden müssen.

Was zunächst die rein diagnostische Untersuchung des Harns betrifft, so reicht zur Beantwortung der gewöhnlich am Krankenbette gestellten Fragen die Anwendung des Mikroskops und einiger wenigen chemischen Reactionen aus. Ist der Harn sauer, so können durch das Mikroskop, wie aus dem Obigen hervorgeht, Schleimkörperchen oder Eiterkörperchen (bei fälschlich sogenanntem chylösen Harn, wie er z. B. die Pyelitis fast constant begleitet), Epithelien, Spermatozoïden, Schläuche aus den Bellini'schen Röhrchen, Blutkörperchen u. dergl. mehr erkannt werden; ausserdem aber harnsaures Natron, oxalsaurer Kalk und Cystin; ist der Harn alkalisch, so wird man durch das Mikroskop allein phosphorsaures Talkerde-Ammoniak, harnsaures Ammoniak und andre morphotische Elemente leicht unterscheiden können.

Um harnsaures Natron von Harnsäure in einem Sedimente zu unterscheiden, bedarf es nach der mikroskopischen Untersuchung

in der That nicht erst noch der Erwärmung des Harns, durch welche sich, wie Th. 1. S. 220 erwähnt, das harnsaure Natron auflöst.

Würde man fürchten, die moleculären Massen harnsauren Natrons mit anderen Molecülen unter dem Mikroskop zu verwechseln, so lasse man dem Objecte einen Tropfen Salzsäure (Essigsäure wirkt oft unvollständig oder sehr langsam ein) zufliessen und man wird die rhombischen Harnsäurekrystalle entstehen sehn.

Um gewisse Krystallformen des Tripelphosphats nicht mit oxalsaurem Kalk zu verwechseln, lasse man nach Th. 1. S. 46 dem mikroskopischen Objecte etwas Essigsäure zufliessen.

Die sechsseitigen Tafeln des Cystins sind leicht mit den analogen Formen der Harnsäure zu verwechseln und vielleicht auch schon verwechselt worden. Zusatz von Säuren lässt sie jedoch leicht unter dem Mikroskop unterscheiden, da die (gewöhnlich gelb gefärbten) Harnsäurekrystalle in diesen unlöslich sind, während die (meist farblosen) des Cystins sich leicht darin auflösen. Ueber die chemischen Erkennungsmittel des Cystins haben wir Th. 1. S. 184 gesprochen.

Andre Stoffe, wie *Harnstoff*, *Hippursäure*, *Harnsäure* (wenn sie nicht im Sedimente enthalten ist), *Eiweiss*, *Zucker*, *Gallensäuren* und *Gallenpigment* können nur auf chemischem Wege im Harn nachgewiesen werden und zwar nach den Methoden, die wir unter den betreffenden Stoffen bereits im ersten Theile mit specieller Berücksichtigung der Harnanalyse angeführt haben.

Der Entdeckungsweise von *Buttersäure*, gewissen abnormen *Pigmenten*, des *Ammoniaks* ist erst in dem Obigen Erwähnung gethan worden.

Was nun noch einige unorganische Bestandtheile betrifft, so hat man sich zu deren ungefährer quantitativer Bestimmung der bei der qualitativen Analyse gebräuchlichen Reagentien bedient, d. h. um ein Plus oder Minus von Salzsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kalk im Harne zu erkennen, setzte man ohne Umstände einzelnen Proben des Harns salpetersaures Silberoxyd, essigsaures Bleioxyd, Chlorbaryum, oxalsaures Ammoniak zu; ein selbst für die ärztlich diagnostische Untersuchung durchaus nicht zu rechtfertigendes Verfahren. Man müsste dann wenigstens die mit normalem Harn zu vergleichenden Harnsorten auf einen gleichen Dichtigkeitsgrad durch Concentration zu bringen suchen; nur dann wäre ein Vergleich des Volumens der Niederschläge denkbar; das würde aber ebensoviel Arbeit verlangen, als man sich eben ersparen will. Es ist aber jedem Beobachter

wohl an sich klar, dass diese Schätzung nach dem Volumen des Präcipitats schon für sich allein nicht auf den geringsten Grad von Genauigkeit Anspruch machen kann. Und was ist denn in den präcipitirten Metallsalzen alles enthalten, selbst wenn man sorgsam Salpetersäure zum Kenntlichmachen des Chlorsilbers oder schwefelsauren Baryts anwendet? werden durch Metalle nicht aus dem Harn, namentlich krankhaftem, eine Menge organischer Substanzen mit gefällt werden? Oder will man etwa aus der Farbe des Harns auf dessen Dichtigkeit schliessen und darnach seine Schätzung über das Mehr oder Weniger jener Stoffe einrichten? Die Aerzte mögen sich hüten, durch solche leichtfertige chemische Proben zu neuen Irrthümern verleitet zu werden, während sie von den alten kaum durch physikalische und anatomische Untersuchungen befreit worden sind. Man würde aber in der That zu weit gehen, wollte man die hier gemissbrauchten Mittel deshalb gänzlich bei Anstellung wissenschaftlicher Harnuntersuchungen vermeiden. Würde man z. B. sich von der Vermehrung oder Verminderung der Phosphate in irgend einer Krankheit zu unterrichten suchen, so würde man den von je 24 St. gesammelten und in möglichster Kühle aufbewahrten Harn mit Ammoniak zur Entfernung der Erden und des grössten Theils der Harnsäure versetzen und der filtrirten Flüssigkeit schwefelsaure Talkerde zusetzen können; man würde in dem ersten Niederschlage nach dem Verbrennen desselben die Erdphosphate haben, aus dem zweiten das phosphorsaure Natron berechnen können. Wollte man die Menge des in einer gewissen Zeit durch den Harn ausgeschiedenen Kalks kennen lernen, so würde es ausreichen, den filtrirten Harn mit oxalsaurem Ammoniak zu fällen (vorausgesetzt, dass der Harn sauer war) und nach den Regeln der analytischen Chemie den oxalsauren Kalk auszuwaschen, zu glühen, zu wägen und daraus den Kalk zu berechnen. Fällt man angesäuerten Harn mit einem Barytsalze, so wird man den Schwefelsäuregehalt desselben ungefähr bestimmen können; beobachtet man aber auch alle Regeln der Kunst, so wird man beim Glühen einen kohlehaltigen schwefelsauren Baryt erhalten, der nach dem Verbrennen der Kohle alkalisch reagirt oder mit Säuren Luftblasen entwickelt. Aehnliches gilt von der Bestimmung des Chlors im Harn durch unmittelbare Fällung.

Eine Bestimmung des Kalis im Harne durch Platinchlorid würde aus kaum erst noch zu erklärenden Gründen den vorerwähnten Bestimmungen an Ungenauigkeit nicht nachstehen.

Rücksichtlich der qualitativen Untersuchung des Harns ist noch

zu bemerken, dass es sehr vortheilhaft ist, den Harn längere Zeit stehen zu lassen und ihn von Zeit zu Zeit mikroskopisch zu untersuchen; die Art der physikalischen Veränderungen, die Schnelligkeit des Eintritts derselben, die Veränderung der Reaction auf Pflanzenfarben geben, wie wir oben bei der „Harngährung" gesehen haben, gerade über die Gegenwart solcher Stoffe oder Eigenschaften des Harns Aufschluss, welche sonst chemisch gar nicht nachweisbar sind.

Auf die Angaben des specifischen Gewichts des Harns hat man einen höhern Werth gelegt, als sie für die Wissenschaft wirklich haben, und als sie den Methoden der Dichtigkeitsmessung nach verdienen. Was nützt denn eigentlich die Bestimmung des specifischen Gewichts? Die des Harns sicher weit weniger, als die irgend einer andern thierischen Flüssigkeit. Man kann es fast als Gesetz betrachten, dass das Blut und die meisten andern thierischen Flüssigkeiten sich immer auf einem bestimmten Dichtigkeitsgrade zu erhalten suchen, der gerade zu ihrer Function nothwendig ist; die Schwankungen im specifischen Gewichte solcher Säfte sind daher nur sehr gering; um so wichtiger ist es daher, grössere Schwankungen desselben an ihnen zu beobachten. Ganz anders verhält es sich mit dem Harn, der fast jeden Augenblick seinen Concentrationsgrad ändert; dienen doch gerade die Nieren dazu, die übrigen thierischen Säfte auf der ihnen zukommenden Mischung und in dem ihnen eigenthümlichen Concentrationsgrade zu erhalten; bald werden neben den Trümmern der Gewebsmetamorphose mehr Salze, bald mehr bald weniger Wasser abgeführt. Wir haben schon oben angedeutet, von wieviel verschiedenen äussern und innern Bedingungen die Wassermenge abhängig ist, welche durch die Nieren ausgeschieden wird; was nützt uns nun die Kenntniss des specifischen Gewichts eines Harns, wenn uns eben jene Bedingungen im Einzelfalle nicht hinlänglich bekannt sind?

Aber am Krankenbette wird man wohl aus dem specifischen Gewichte eines Harns bedeutsame Schlussfolgerungen auf den Ablauf des krankhaften Processes oder gar auf Erkenntniss der Krankheit ableiten? Trotz der so empfohlenen Schnelldichtigkeitsmesser, der sg. *Urometer* oder *Urinhydrometer*, die man in den verschiedensten Formen und nach verschiedenen Principien construirt hat, bemerkt man nicht, dass durch die genauere Bestimmung des specifischen Gewichts des Harns irgend eine grössere Aufklärung, ein helleres Licht über den vorliegenden Krankheitsprocess verbreitet würde. Und es ist auch nicht viel Licht zu erhalten, denn am kranken Organismus ist es

noch weit schwieriger, aus der Dichtigkeit des Nierensecrets einen wissenschaftlichen Schluss abzuleiten, als am gesunden. Aber benutzt man denn nicht das specifische Gewicht des Harns zur Diagnose des Diabetes mellitus? Gerade hierbei sieht man, dass die Dichtigkeitsbestimmung mehr in der Idee als in der Wirklichkeit wichtig ist; das specifische Gewicht des diabetischen Harns ist gerade da, wo es noch auf die Diagnose ankommt, oft gar nicht erheblicher, als das andern Harns; ist der Diabetes einmal ausgebildet, so ist ebendasselbe sehr oft der Fall und dann muss man die Farbe, die Reaction des Harns, die täglich entleerte Menge zu Hülfe nehmen, wenn man einmal aus dem Harne allein diagnosticiren will; allein ist es dann nicht einfacher, ohne Weiteres die leicht auszuführende Zuckerreaction anzustellen, die noch überdiess mehr diagnostische Geltung hat, als alle jene Charactere zusammengenommen; wozu will man erst ein schlechtes Mittel brauchen, wenn Einem ein gutes zu Gebote steht? Doch vielleicht könnte der von englischen Aerzten angenommene Harnstoffdiabetes aus dem specifischen Gewichte des Harns diagnosticirt werden. Diese Krankheit ist, soviel bekannt, auf dem Continente noch nicht beobachtet worden, und fast möchte man bezweifeln, dass sie je beobachtet werden wird; denn eine Krankheit, die ohne besonders anatomisch nachweisbares organisches Leiden darin bestehen soll, dass alle Gewebe sich in Harnstoff umwandeln, ist physiologisch nicht recht denkbar; wie schnell müsste der Ablauf dieser für chronisch ausgegebenen Krankheit sein, wenn täglich solche Massen Harnstoff als Trümmer der Gewebe und nicht als Folgen einer guten Verdauung grösserer Fleischquantitäten durch den Harn abgingen.

Das specifische Gewicht des Harns hat man aber niemals etwa seines absoluten Werthes wegen bestimmt, sondern immer nur zu dem Zwecke, darnach den Gehalt dieser Flüssigkeit an festen Bestandtheilen und an Wasser zu bestimmen. Man glaubte, dass aus dem specifischen Gewichte sich mit Leichtigkeit der Rückstand des Harns bestimmen lasse und zu dem Ende haben z. B. *Fz. Simon*[1]), *Bequerel*[2]) und *G. Bird*[3]), Scalen aufzustellen versucht, aus welchen nach Angabe des specifischen Gewichts sofort der feste Rückstand des Harns zu ersehen ist. Die vollkommne Unbrauchbarkeit solcher Scalen, die

1) *Fz. Simon*, Beiträge z. med. Ch. u. Mikrosk. Bd. 1. S. 77 u. 143.
2) *A. Becquerel*, Semeïotique etc. p. 33.
3) *G. Bird*, London medic, Gaz. New. Ser. V. 1. p. 138.

ich[1]) nach einigen Versuchen früher dargelegt hatte, ist später von *Chambert*[2]) durch eine grössere Reihe von Untersuchungen am Harne Gesunder bewiesen worden. Es geht aus diesen Versuchen zur Evidenz hervor, dass nicht einmal zwischen dem Salzgehalte des Harns und seiner Dichtigkeit eine bestimmte Proportion statt finde, geschweige denn, dass zwischen den organischen Materien und der Dichtigkeit der Flüssigkeit eine solche obwalte. Man vergleiche aber nur die von den genannten drei Auctoren in ihren Scalen aufgestellten Zahlen, und man wird staunen über die Differenz der Resultate; die in der ersten Reihe sich herausstellende Differenz kehrt fast constant bei allen Angaben der genannten Forscher wieder; für den Harn, dessen specifisches Gewicht = 1,010 ist, giebt *Becquerel* 1,650 %, *Simon* 1,927 % und *Bird* 2,327 % an, bei einem specifischen Gewichte von 1,020 der erstere 3,300%, der zweite 4,109% und der dritte 4,659% u. s. f. Ist doch hier die enorme Verschiedenheit der Befunde von den verschiedenen Methoden abzuleiten, welche die einzelnen Beobachter zur Bestimmung des specifischen Gewichts sowohl als des festen Rückstandes einschlugen, so beweist z. B. die Becquerel'sche Tabelle, wo die Zunahme des specifischen Gewichts um je ein Tausendtheil stets den Harnrückstand um 0,165 % vermehrt, dass diese allen Gesetzen der Physik widersprechende Progression durchaus nicht die richtige sein kann. Wir müssten die Anfangsgründe der Physik erörtern, wollten wir hier erst noch nachweisen, warum zwei und drei Arten Harn z. B. dasselbe specifische Gewicht und doch verschiedene Mengen fester Bestandtheile haben können und warum umgekehrt Harnsorten von gleichem Gehalte an festen Stoffen doch ein ziemlich verschiedenes Gewicht zeigen können. Doch zur völligen Widerlegung der Brauchbarkeit dieses Verfahrens verweisen wir auf das, was wir über die Bestimmung des specifischen Gewichtes als Controlemittel für die chemische Analyse S. 4—6 bemerkt haben. Aus *Schmidt's* positiven Untersuchungen ersieht jeder, dass eine bestimmte durch eine Zahl ausdrückbare Progression im specifischen Gewichte der der Zunahme der festen Bestandtheile nicht entsprechen kann; ja bei der Harnanalyse dürfte selbst die von *Schmidt* vorgeschlagene Bestimmung des specifischen Gewichts *als Raumcontrole* für die chemischen Bestimmungen nur zu einer illusorischen Genauigkeit führen;

---

1) *Lehmann*, Schmidt's Jahrbb. Bd. 47. S. 5.

2) *Chambert*, Recueil des Mémoires de méd. et pharm. milit. T. 58. p. 328.

die Gründe für diesen Zweifel liegen theils in noch bestehender Unkenntniss des Verdichtungscoëfficienten mehrerer Harnbestandtheile, deren Menge gerade sehr wechselnd im Harn ist, theils in der völligen Unmöglichkeit einzelne im Harn enthaltene Stoffe auch nur einigermassen genau quantitativ zu ermitteln.

Obgleich wir es in einer physiologischen Chemie für ganz unpasslich halten, näher auf die Methoden der Dichtigkeitsbestimmungen und ihren Werth einzugehen, da alles diess aus der Physik oder wenigstens aus der praktischen Chemie bekannt sein muss: so können wir doch nicht umhin, denen einige Andeutungen darüber zu geben, welche sich noch kein Urtheil über die namentlich in der pathologisch-chemischen Literatur aufgestapelten Angaben von Dichtigkeitsmaassen gebildet haben. Die gewöhnlichen Mittel, deren man sich zur Bestimmung des specifischen Gewichts thierischer Flüssigkeiten bedient hat, sind die eigentlichen Aräometer, die hydrostatische Waage und die directe Wägung gleich grosser Volumina destillirten Wassers und der fraglichen Flüssigkeit. Dass die Aräometer, auch wenn sie für eine bestimmte Temperatur eingerichtet und sonst gut construirt sind, immer nur annähernd richtige Zahlen geben, verdient nicht erst hier wiederholt zu werden. Wenn man aber das Aräometer bei Flüssigkeiten benutzt, in welchen mehr oder weniger feste Theile suspendirt sind, so irrt man, wenn man auch nur eine leidlich annähernde Bestimmung erhalten will (indem man das ganze Princip der Aräometrie verkennt) oder man will nichts weiter, als ein nur höchst ungefähres Resultat. Mag man sich aber auch bei Harnanalysen mit ungefähren Bestimmungen begnügen, bei allen andern thierischen Flüssigkeiten sind sie verwerflich; denn soll das specifische Gewicht nicht bloss des Decorums wegen neben der Analyse stehen, so kann die ungefähre Bestimmung desselben nur irre führen. Das hier Gesagte gilt natürlich auch von allen andern Methoden, die Dichtigkeit von Flüssigkeiten zu bestimmen, von diesen aber um so mehr, als sie zu genauern Resultaten, als die eigentlich aräometrischen Bestimmungen, berechtigen.

Unter den verschiedenen Aräometern verdient nur eines besondere Erwähnung, welches meiner Erfahrung nach weit bessere Resultate giebt, als man a priori seiner Construction nach erwarten sollte; dieses ist das von *Alexander*[1]) in München angegebene; es beruht darauf, dass zwei Flüssigkeiten in verschiedenen Röhren, die durch

1) *Alexander,* Polytechn. Centralb. 1847. Hft. 6. S. 361.

einen lufthaltigen Raum mit einander communiciren, an den durch die verschiedenen Flüssigkeiten gesperrten Enden aber mit der Atmosphäre in Berührung sind, bei Verdünnung jenes eingeschlossenen Luftvolumens (durch eine kleine Pumpe) je nach ihrem specifischen Gewichte zu verschiedenen Höhen aufsteigen. Unter allen Schnelldichtigkeitsmessern ist dieser noch der beste, zumal da hier die Einflüsse der Temperatur und des Luftdrucks fast 0 sind.

Die Benutzung der *hydrostatischen Waage mit Glasbirne* ist im Allgemeinen genauer, als die der Aräometer; allein wendet man dabei auch alle Cautelen an, so ist damit doch nicht die Genauigkeit zu erreichen, wie durch die unmittelbaren Volumenwägungen. Die Mängel dieser Methode beruhen hauptsächlich auf der hier völlig unvermeidlichen Verdunstung eines Theils Wasser der thierischen Flüssigkeit und besonders auf dem Umstande, dass die Waage beim Wägen der Glasbirne im Wasser und besonders in der thierischen Flüssigkeit einen weit minder scharfen Ausschlag giebt, als beim Wägen der Birne in der Luft; einigermassen zähe Flüssigkeiten, z. B. schon Blutserum, dürfen deshalb gar nicht auf diese Weise behandelt werden; Blut, namentlich der vom Blutkuchen abgepresste Cruor, kann aber gar nicht auf diese Weise untersucht werden; denn beim Wägen der Birne in diesem geben oft ein oder zwei Centigramme keinen Ausschlag mehr. Wenn aber auch ferner das unvermeidliche Anhaften von Luftblasen an die Glasbirne diese Dichtigkeitsbestimmung für das Blut nicht verböte, so würde aus bekannten physikalischen Gründen diese Methode auf eine Flüssigkeit, in welcher feste Theile und zwar ungleich vertheilt sind, irrationell sein.

Die gewöhnliche Methode, das specifische Gewicht durch *directe Wägungen gleicher Volumina* in Glasfläschchen zu bestimmen, ist die beste, allein leider kann ihr Werth ausserordentlich geschmälert werden, wenn nicht dieselbe Aufmerksamkeit und Sorgfalt auf sie verwendet wird, wie solche manche medicinische Chemiker höchstens nur bei den ihnen nicht recht gewohnten Elementaranalysen für nöthig erachten. Es ist bei dieser Methode nicht damit abgethan, dass man erst die leere und wohl ausgetrocknete Glasflasche wägt, dann dieselbe mit Wasser und endlich mit der zu untersuchenden Flüssigkeit; man muss zunächst etwas zu rechnen verstehen, um die wegen verschiedener Temperatur und Barometerstand nöthigen Correctionen vorzunehmen; man muss ferner bedenken, dass man die Wägungen nicht im luftleeren Raume vornimmt, dass aber das specifische Gewicht nur einen Sinn hat, wenn

man es auf den luftleeren Raum reducirt. Alles diess ist sehr leicht, sobald man das specifische Gewicht des Glases, den Ausdehnungscoëfficienten der Luft und des Wassers kennt; die Berechnung selbst kann man durch Benutzung der Logarithmen oder durch ein Paar algebraische Gleichungen ausserordentlich abkürzen. Wer nicht selbst die hierzu nöthigen Formeln zu construiren verstehen sollte, den verweisen wir auf *Berzelius* Lehrb. d. Ch. 3. Aufl. Bd. 10. S. 285, *C. Schmidt*, Entwurf einer Untersuchungsmethode thierischer Säfte oder auf jedes gute Compendium der Physik.

Bei wie wenigen der bisherigen zahlreichen Dichtigkeitsbestimmungen thierischer Flüssigkeiten wird man aber wohl alle diese Correctionen der Mühe für werth gehalten haben! Von ihrer Nothwendigkeit wird sich jeder leicht überzeugen können, der nach einer solchen Bestimmung die gewonnenen Resultate mit und ohne die erwähnten Correctionen vergleicht. Leider finden wir äusserst selten bei Angabe des specifischen Gewichts zugleich die Methode der Bestimmung desselben angeführt, während diess hier ebenso nothwendig ist, als bei den Zahlenresultaten der Analyse die Mittheilung des bei derselben beobachteten Verfahrens. Darf man aber wohl, wenn diese wesentlichen Punkte der Berechnung des specifischen Gewichts vernachlässigt worden sind, mit vollem Vertrauen sich auf die stattgehabte gute technische Ausführung einer solchen Bestimmung verlassen? darf man glauben, dass der Experimentator, welcher die Einflüsse der Temperatur und die Ausdehnbarkeit der verschiedenen bei solchen Messungen concurrirenden Medien vernachlässigt hat, frisch ausgekochtes destillirtes Wasser vor jedem einzelnen Versuche zur Raumbestimmung verwendet haben wird, dass er das Glas nicht mit den Wärme ausströmenden reinlichen oder schweissigen Händen, sondern mit einem Wärme schlecht leitenden Stoffe angegriffen und getrocknet, dass er das kleinste Luftbläschen vermieden und Glaspfropfen oder Glasplatte vor dem Aufsetzen auf die Fläche zur Entfernung der adhärirenden Luft vorher angefeuchtet, dass er zur Austrocknung des Fläschchens sich nicht der gewöhnlichen Leinwand oder Papierstreifen (was zu mehr als einer Ungenauigkeit Veranlassung giebt), sondern reinlicherer Mittel bedient haben wird? u. s. w.

Das Austrocknen der Flasche mittelst Draht, der mit Leinwand oder Papier umwickelt ist, ist nicht nur sehr mühsam und zeitraubend, sondern kann auch zu kleinen Fehlern Veranlassung geben; es ist daher vorzuziehen, entweder die Flasche ins Vacuum über Schwefelsäure zu bringen, wo der Zweck ausser-

ordentlich schnell und sicher erreicht wird, oder aus der in warmen Sand gebrachten Flasche immerwährend mittelst einer auf den Boden derselben gehenden Röhre, wie beim Rauchen, Luft durchzuziehen. Nach diesen Methoden, die jedem Chemiker bekannt sind, bemerkt man selbst den feinsten Hauch auf der innern oder äussern Oberfläche des Glases. Wir führen diese dem Chemiker geläufige Operation nur an, um dem weniger hiermit Vertrauten an dieser scheinbar leicht ausführbaren Operation zu zeigen, welche Sorgfalt und Aufmerksamkeit die einfache Ermittlung des specifischen Gewichts einer Flüssigkeit verlangt.

Wenn wir, ohne doch eigentlich auf die Dichtigkeitsbestimmungen näher einzugehen, so viel Worte über die dabei nöthige Genauigkeit gemacht haben, dass wir in Pedanterie verfallen zu sein scheinen könnten, so ist wohl die Bemerkung nicht ganz überflüssig, dass uns zwei der Methodologie angehörige Gründe hierzu bestimmt haben. Der eine ist schon oben hervorgehoben: soll die Dichtigkeitsbestimmung einen wissenschaftlichen Zweck haben, z. B. als Raumcontrole der chemischen Analyse zu dienen, sie mit der specifischen Wärme, dem Strahlenbrechungs- und Polarisationsvermögen zu vergleichen u. s. w., so muss die äusserste Genauigkeit darauf verwendet werden; denn ohne diese würde man neben den ohnediess unvermeidlichen Beobachtungsfehlern den vorschwebenden wissenschaftlichen Zweck nimmermehr erreichen. Nicht die Methode allein thut es in der Forschung, sondern mehr noch ihre sorgfältige Ausführung; mit der feinsten Waage macht Einer sehr schlechte Wägungen, während ein Anderer mit einer weniger guten (aber nur genauen Gewichten) die besten Gewichtsbestimmungen auszuführen versteht. Eben so ist der zweite Grund, der uns zu dieser weitläufigen Discussion veranlasste, bereits aus dem Obigen ersichtlich; alle jene ungefähren Dichtigkeitsmessungen, die nur des Decorums wegen der chemischen Analyse zur Seite gestellt oder zur ungefähren Schätzung des Wassergehalts einer Flüssigkeit ausgeführt worden sind, also keinen der eben angedeuteten wissenschaftlichen Zwecke haben, halten wir für völlig überflüssig; denn es scheint uns, dass die Zeit und die Mühe, die wir auf ein unnützes und zweckloses Experiment verwenden, der Wissenschaft entzogen ist und wir an ihr uns versündigen, während wir wahrlich nicht Ursache haben, wie Alexander bei Philipps Eroberungen zu klagen, dass nur wenig uns noch zu thun übrig bleibe.

Indem wir zur quantitativen chemischen Analyse des Harns übergehen, brauchen wir im Allgemeinen wohl nur kurz zu erwähnen, dass stets bei Harnuntersuchungen, bei welchen es darauf ankommt,

das quantitative Verhältniss der ausgeschiedenen Harnbestandtheile kennen zu lernen, entweder der gesammte innerhalb gewisser Zeiten (wohl am besten innerhalb 24 St.) entleerte Harn zu analysiren und dessen Zusammensetzung mit der andern normalen oder krankhaften, in gleichen Zeiten entleerten Harns zu vergleichen ist, oder dass man, sobald diess nicht thunlich oder für den Zweck der Untersuchung nicht erforderlich ist, den Wassergehalt völlig ignorirt und nur die Proportionen der festen Bestandtheile unter einander ermittelt (d. h. die Bestandtheile auf 100 Th. festen Rückstands berechnet). Man hat wohl hauptsächlich nach dem Vorgange von *Becquerel's* und meinen Untersuchungen[1]) über das ersterwähnte Erforderniss einer rationellen Harnuntersuchung sich zu wiederholten Malen so weitläufig ergangen, dass es eben so nauseos als überflüssig sein möchte, auf die Gründe, die uns zur Aufstellung dieser Regel veranlassten, wieder zurückzukommen, zumal da diese einfacher Weise aus allem dem schon erhellen, was wir bereits über den Harn bemerkt haben und in dem weitern hervorzuheben veranlasst sind. Es scheint uns aber, als wäre man hier in dem Urgiren einer an sich ganz richtigen und wichtigen Sache viel zu weit gegangen. Es kann durch jene Regel die Analyse eines nicht 24stündigen Harns nicht verboten, nicht völlig ausgeschlossen werden. Ganz abgesehen davon, dass rein chemische Gesichtspunkte die Analyse eines durch einmalige Entleerung der Blase erhaltenen Harns nicht etwas bloss entschuldigen, nein geradezu verlangen: so kann auch das andre von mir ebenfalls früher hervorgehobene Verfahren, wornach man die festen Bestandtheile unter einander vergleicht, ohne gerade 24stündigen Harn in Arbeit genommen zu haben, zu wahrhaft wissenschaftlichen, zu rein physiologischen Resultaten führen. Die Vergleichung der Zahlen der festen Bestandtheile unter einander giebt oft ganz unerwartete Aufschlüsse, die wenigstens aus dem reinen Vergleiche der vollständigen Analyse des 24stündigen oder nicht 24stündigen Harns nicht zu erhalten waren. Wir erinnern beispielsweise nur daran, dass wir, wie oben S. 88 ff. gezeigt, aus dem Vergleiche der festen Bestandtheile des Lebervenenblutes mit denen des Pfortaderblutes eine Anzahl Schlüsse auf die in der Leber vor sich gehenden Umwandlungen für die Physiologie der Leberfunction und Blutverjüngung gezogen haben, Schlüsse, zu denen man ohne diese Berechnungsweise nicht gelangt wäre. Noch viel wichtiger ist diess

1) *Lehmann*, Journ. f. pr. Ch. Bd. 25. S. 1—21 und Bd. 27. S. 257.

für die Untersuchung des Harns, zumal da hier (sei er 24stündig oder nicht) das Wasser im Ganzen eine weit weniger wichtige Rolle spielt oder wenigstens nicht in so bestimmten speciellen Beziehungen zu den festen Bestandtheilen steht, wie in andern thierischen Säften. Ein rigoröses Festhalten an dem Analysiren 24stündigen Harns würde übrigens in vielen Fällen sogar durchaus irrationell sein, ja gerade zu Fehlern oder Irrthümern verleiten. Es ist kaum wohl nöthig daran zu erinnern, dass der Harn in acuten Krankheiten innerhalb 24 St. sich ausserordentlich rücksichtlich seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung verändern kann; diess ist nicht etwa bloss im Typhus, Blattern u. s. w. der Fall, sondern zuweilen auch bei ganz normal verlaufenden Entzündungen; so kommt es bei Pneumonien gar nicht selten vor, dass Morgens ein Harn gelassen wird, der entweder schon alkalisch reagirt oder wenigstens nach sehr kurzer Zeit schon alkalescirt, während 3 oder 4 Stunden darauf ein Harn von saurer Reaction entleert wird, dessen Säure beim Stehen noch zunimmt; wenn man solche verschiedene Arten Harn zusammenschüttet, so wird man wohl nicht behaupten können, eine sehr reinliche, eine sehr rationelle Untersuchung eingeleitet zu haben.

Bei Anstellung einer Harnanalyse muss zunächst alle Aufmerksamkeit auf das Verdunsten des Harnes und das Austrocknen des Rückstands verwendet werden. Hierbei sind wieder andre Schwierigkeiten zu überwinden, als z. B. beim Verdunsten und Austrocknen der Milch. Ich habe mich durch directe Versuche[1]) überzeugt, dass beim Eindampfen des Harns sich dieser um so mehr zersetzt, je länger das Abdampfen dauert, und schon oben darauf aufmerksam gemacht, dass der Harn beim Verdunsten immer Ammoniak entwickelt, wenn er selbst auch trotzdem seine saure Reaction beibehält. Es kommt daher darauf an, dass, wenn das Verdunsten in der Wärme unvermeidlich ist, solches möglichst schnell vollführt werde; diess ist namentlich dann zu beachten, wenn man den gesammten in 24 St. gesammelten Harn einzudampfen beabsichtigt; denn in diesem Falle ist der Harn durch das längere Stehen schon zur Zersetzung geneigter geworden; dass er sich aber durch das langsame Verdunsten ausserordentlich schnell zersetzt, kann man z. B. auch daraus sehen, dass man aus so gesammeltem und gemengtem Harn unter 5 Fällen oft 4mal keine Hippursäure darstellen kann, sondern nur Benzoësäure. Etwas zersetzt sich der

1) *Lehmann*, a. e. a. O.

Harn stets beim Verdunsten in der Wärme, möge dieses ausgeführt werden, wie es wolle; allein auf folgende Weise glaube ich, dass die Zersetzung noch am meisten gehemmt werden kann; man bringt den Harn in eine weite, tubulirte Retorte und leitet während des Verdunstens, welches auf einem Sandbade nahe dem Siedepunkte vor sich gehen muss, fortwährend atmosphärische Luft oder Wasserstoffgas über die Verdunstungsfläche; man wird dann das Destillat immer ammoniakhaltig finden, allein nicht in dem Grade, wie wenn die Verdunstung ohne Anwendung eines Luftstroms vollführt worden war. Auf diesem Wege ist aber nicht die quantitative Bestimmung des festen Rückstands als solchen zu erzielen, sondern er dient nur zur Bereitung des Extracts, aus welchem Harnstoff und andre Harnbestandtheile einzeln quantitativ bestimmt werden sollen.

Um die Menge des festen Rückstands zu erfahren, halte ich für die einzig richtige Methode die, kleinere Mengen (vergl. S. 3) ins Vacuum neben Schwefelsäure zu bringen, hier aber mit der Vorsicht zu evacuiren, dass der Harn nicht zum Kochen oder Blasenwerfen kommt; 10 bis 15 grm. sind in einem flachen Schälchen auf diese Weise sehr schnell verdunstet. Das Austrocknen des Rückstandes in der Wärme z. B. im Luftbade ist aber hier noch weniger zu empfehlen, als das Verdunsten; der Harnrückstand bildet gewöhnlich eine zähe, extractähnliche, äusserst hygroskopische Masse; es sind daher hier ausser den früher (Th. 1. S. 349) für das Austrocknen thierischer Körper angeführten Cautelen noch mehrere andre zu beachten. Zunächst darf der Harnrückstand im Vacuo nur bei mittlerer Lufttemperatur ausgetrocknet werden, weil er bei Anwendung von Wärme sich unfehlbar zersetzt, was freilich bei einem Harn weniger, bei einem andern mehr der Fall ist; erhitzt man den Harn im Luftbade z. B. nur auf 90 bis 100° C., so schwebt über ihm immer eine Atmosphäre von Ammoniak, bei öfterem Luftwechsel ersetzt sie sich immer wieder und bei wiederholtem genauen Wägen bemerkt man einen entsprechenden Gewichtsverlust; aber das Wägen selbst bietet hier die grössten Schwierigkeiten dar, da der Harnrückstand fast noch hygroskopischer ist, als der der Galle; es müssen daher die dort hervorgehobenen Vorsichtsmassregeln beachtet oder noch andre Mittel eingeschlagen werden, um während des Wägens die Gewichtszunahme durch Wasseranziehung zu verhindern. Das Aufstellen von Schwefelsäure oder Chlorcalcium im Kasten der Waage nützt nicht viel, dagegen kann man leicht anstatt des flachen Verdunstungsschälchens ein weites Ge-

fäss mit eingeschliffenem Glasstöpsel oder aufgeschliffener Glasplatte verwenden, die alsbald nach dem Austrocknen vor dem Wägen auf das Verdunstungsgefäss aufgesetzt werden. Eine absolute Austrocknung des Harnrückstands mit Vermeidung künstlicher Wärme ist allerdings nicht zu erzielen: allein man erhält wenigstens nach dieser Methode Resultate, die unter einander vergleichbar sind, während durch Wärme solche nicht zu erlangen sind.

Alkalischer Harn ist, namentlich wenn er kohlensaures Ammoniak enthält, sehr wenig zur quantitativen Analyse geeignet; hält man diese der Mühe für werth, so muss er nothwendiger Weise vor dem Abdampfen erst neutralisirt oder besser noch angesäuert werden; durch eine bestimmte Quantität verdünnter Schwefelsäure, die dann später bei der Analyse in Rechnung gebracht werden kann, dürfte das Ansäuern wohl am besten geschehen.

Von den verschiedenen Methoden, den *Harnstoff*, die *Harnsäure*, die *Hippursäure*, *Zucker*, *Eiweiss*, *oxalsauren Kalk* u. s. w. quantitativ zu bestimmen, ist bereits im ersten Theile unter den betreffenden Capiteln ausführlicher die Rede gewesen. Auch rücksichtlich der quantitativen Bestimmung der Mineralbestandtheile des Harns haben wir nur weniges zu dem hinzuzufügen, was wir bereits im 1. Th. S. 416—422 über Aschenanalysen überhaupt gesagt haben. Man kann sich nämlich in der Regel, wenn man namentlich nicht die *Rose*'sche Methode der Aschenbestimmung vorzieht, das Verkohlen und Einäschern des Harnrückstands sehr erleichtern, wenn man dem Harne vor dem Verdunsten eine nach ungefährer Schätzung dem Harnstoffgehalte desselben äquivalente Menge Salpetersäure zusetzt; es bildet sich hierbei zunächst salpetersaurer Harnstoff, der beim Eindampfen in Kohlensäure und in salpetersaures Ammoniak zerfällt, während dieses bekanntlich bei weiterem Concentriren in Form von Wasser und Stickstoffoxydul entweicht; man gewinnt auf diese Weise ausserordentlich an Zeit; denn die Substanz, welche den grössten Theil des Harnrückstands ausmacht und beim gewöhnlichen Glühen sehr viel Kohle gibt, wird auf diese Weise zum grössten Theile eliminirt. Man kann befürchten, dass auf diese Weise etwa durch die Salpetersäure oder das Stickstoffoxydul ein Theil der Chloralkalien zersetzt werde; allein directen Versuchen nach, die ich nach dieser und der gewöhnlichen Methode anstellte, findet kein Verlust an Chlor statt, sobald man nicht so viel Salpetersäure anwendet, dass beim Glühen des festen Rückstandes ein Verpuffen eintritt. Trotz dieses Mittels ist

es aber nicht möglich, den Harnrückstand vollständig bis zur Bildung einer weissen Asche zu verbrennen, sobald man den Zweck der quantitativen Analyse vor Augen behält und die bei heftigem Glühen entweichenden Phosphordämpfe und Chlordämpfe nicht ignoriren zu dürfen glaubt. Wegen des Gehalts an löslichen und schmelzbaren Salzen ist die Harnkohle kaum je vollständig einzuäschern; denn die Kohletheilchen werden ja durch das schmelzbare Salz von einer Kruste umgeben, die sie vor Sauerstoffzutritt schützt. Diess ist selbst bei sehr kleinen Mengen Harnrückstands der Fall; deshalb schien mir folgender Weg noch der beste, die Mineralbestandtheile des Harns quantitativ zu bestimmen; die kohlige Asche wird mit der beim Wägen hygroskopischer Körper nöthigen Vorsicht gewogen, dann mit Wasser ausgelaugt, filtrirt, der Rückstand auf dem Filter, dessen Gewicht im trocknen Zustande vorher bestimmt war, wieder gewogen; die Gewichtsdifferenz giebt die Zahl der durch Wasser gelösten Mineralstoffe; die unlöslichen Theile sind nun leicht einzuäschern und so deren Menge zu bestimmen. Die weitere Analyse ist dann nach bekannten Methoden auszuführen.

Das Verbrennen der gesammten Kohle im Platinschiffchen durch Sauerstoffgas scheint mir wegen Verflüchtigung von Chlor und selbst von Schwefelsäure und Phosphorsäure für den Harn wenigstens durchaus untauglich.

Werden grössere Reihen von Bestimmungen der Mineralstoffe des Harns beabsichtigt, so ist die von *Chambert*[1]) angegebene und angewendete Methode recht brauchbar; die Verdampfung des Harns ist darnach auf folgende Weise auszuführen: eine 2 Centimeter weite Röhre ist an ihrem untern Ende mit einer zweimal rechtwinklig gebogenen Glasröhre versehen, welche letztere in eine Kugel ausgeht; diese Kugel mündet in ein dünn ausgezogenes Röhrchen; der obere Theil der weiten Röhre geht in eine kleine Glasröhre über, an der ein Hahn angebracht ist. Dieser Apparat wird mit Urin gefüllt und an das Stativ einer doppelzugigen Spirituslampe so befestigt, dass die von der Glaskugel ausgehende Mündung gerade über einem erhitzten Platintiegel zu stehen kommt. Vermittelst des obgenannten Hahns kann der Zutritt der Luft und das entsprechende Abtröpfeln des Harns in den Tiegel geregelt werden. *Chambert* lässt den Harn so langsam zutreten, dass

1) *Chambert*, Recueil des mémoires de méd. et de pharm. militaire. T. 58. p. 328.

dem ersten Tropfen erst, wenn dieser verdunstet ist, ein neuer folgt. In 1½ Stunde kann man auf diese Weise 100 bis 110 grm. Harn verdunsten. Das Herumspritzen lässt sich ziemlich gut durch vorsichtiges und gleichmässiges Zuleiten der Flüssigkeit vermeiden. Die Lage Kohle, welche sehr bald den Tiegel auskleidet, beträgt nicht den zwanzigsten Theil der auf gewöhnliche Weise erhaltenen Kohle.

Um die *Verbrennung* der rückständigen Kohle zu erzielen, kann man aus demselben Reservoir, in welchem vorher der Harn enthalten war, destillirtes Wasser auf die glühende Kohle tröpfeln lassen; durch die bekannte Zerlegung des Wassers in der Glühhitze wird die Verbrennung der Kohle an den Theilen, welche das Wasser trifft, ziemlich gut von statten gehen; da aber an den Wänden immer Kohle haften bleibt, so muss man diese zu wiederholten Malen abstossen und von neuem Wasser zutröpfeln; der Versuch gewinnt dadurch nicht an Genauigkeit, allein die Verbrennung geschieht allerdings etwas schneller. Man ersieht aus diesem, dass diese Analyse in gewissen Fällen wohl anwendbar ist, allein auf grosse Genauigkeit aus mehr als einem Grunde keine Ansprüche machen kann.

Es geht aus dem Obigen hervor, dass sich die Constitution des Harns unter bestimmten physiologischen und pathologischen Zuständen nur dann richtig beurtheilen lässt, wenn wir die Mengen der täglich durch die Nieren ausgeschiedenen Bestandtheile des Harns mit einander vergleichen. Wir lassen daher hier die Mengenverhältnisse des in bestimmten Zeiten abgesonderten Gesammtharns unter verschiedenen Bedingungen vorausgehen.

Lecanu[1]) fand, dass 16 Personen verschiednen Alters und Geschlechts bei verschiedener aber hinreichender Nahrung in 24 St. zwischen 525 und 2271 grm. Harn entleerten, *Becquerel* dagegen, dass von 4 Männern täglich im Durchschnitt 1267,3, von 4 Frauen 1371,7 grm. *Chambert*, dass von Männern zwischen 20 und 25 Jahren (in 24 Beobachtungen) täglich 685 bis 1590 grm. Harn gelassen wurden. Bei Versuchen, welche grösstentheils im Sommer angestellt wurden, entleerte ich während einer 14 Tage lang genau geregelten Diät täglich 898 bis 1448 grm. Harn, während einer 12tägigen animalischen Kost täglich 979 bis 1384 grm., während einer 12tägigen vegetabilischen Kost zwischen 720 und 1212 grm.

---

1) *Lecanu*, Journ. de Pharm. T. 25. p. 681 et 746.

Ueber die Abhängigkeit der durch die Nieren ausgeschiedenen Wassermenge von der Menge der aufgenommenen Getränke, von dem Grade der Transspiration haben wir schon oben zu sprechen Gelegenheit genommen. Leider fehlt es aber noch an genauen Versuchen, durch welche der Einfluss jedes einzelnen physiologischen Momentes auf die Grösse der Wasserausscheidung durch die Nieren ermittelt wäre. Wie sehr noch andre Einflüsse, als das Getränk, auf die Wassermengen des Harns einwirken, geht aus *J. Vogel's* Mittheilungen[1]) hervor, der bei einem Individuum 189 Tage hindurch alle Speisen und Getränke abwog. Während an manchen Tagen kaum der dritte Theil der genossenen Flüssigkeiten durch den Harn wieder abging, wurden an andern Tagen dem Getränk ziemlich gleiche Quantitäten Urin oder sogar noch $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ mehr entleert. Am meisten Wasser wird durch die Nieren offenbar nach einem kalten Bade ausgeschieden, da hier neben unterdrückter Transspiration Wasseraufnahme von aussen stattgefunden hat.

Nach *Chambert's* Beobachtungen wird kurz nach einer Mahlzeit absolut und relativ (zu den festen Bestandtheilen) weniger Wasser mit dem Harn ausgeschieden. Hieran knüpft sich eine zuerst von *Lecanu* aufgeworfene Frage, ob nämlich nach reichlichem Getränke mit vermehrtem Wasserabgange durch die Nieren zugleich auch mehr feste Bestandtheile ausgeschieden würden; *Lecanu* verneint diese Frage, jedoch nach *Chossat's*[2]), *Becquerel's* und meinen eignen Versuchen muss sie bejahend beantwortet werden.

Dass diese Erfahrung am Krankenbette zu beachten ist, sieht jeder leicht ein, wird aber kaum von ihr aus, wie *Becquerel*, die Wirkungsweise vieler Diuretica erklären zu können glauben.

Ehe wir weiter fortschreiten zur Aufzählung der Mengen der festen Harnbestandtheile, welche täglich ausgesondert werden, kann ich nicht unterlassen, auf die sehr bedeutenden Differenzen aufmerksam zu machen, welche sich in den Angaben verschiedner Forscher über diesen Gegenstand herausstellen. Diese Differenz rührt sicher nur zum geringsten Theile von den verschiedenen Methoden der chemischen Untersuchung und Berechnung her, sondern beruht weit mehr auf der Individualität der verschiednen Personen, ja man möchte fast sagen, der verschiedenen Völker, unter denen solche Untersuchungen ange-

1) *J. Vogel*, R. Wagner's Physiol. S. 264.
2) *Chossat*, Journ. de Physiol. T. 5. p. 65.

stellt wurden. Vergleichen wir die Harnanalysen von Experimentatoren aus den drei forschenden Nationen, so sehen wir durchgängig, dass von den Franzosen am wenigsten feste Bestandtheile und unter diesen besonders wenig Harnstoff und Harnsäure, von den Deutschen dagegen weit mehr, ausserordentlich grosse Mengen aber von den Engländern gefunden worden sind. Einer der Hauptgründe dieser Unterschiede ist wohl in der so durchaus verschiednen Nahrung und Lebensweise der drei Nationen zu suchen. Bekannt ist es, wie wenig die Franzosen im Allgemeinen Animalien geniessen und wie mässige Mengen von Nahrungsmitteln sie überhaupt zu sich nehmen, während bei den Engländern mehr eine gewürzreiche Fleischkost gebräuchlich ist, so dass *Prout* nicht selten einen Harn fand, aus welchem Salpetersäure unmittelbar salpetersauren Harnstoff präcipitirte, was bei einem echt deutschen Harne wohl kaum vorkommen dürfte, geschweige denn bei einem französischen. Statistischen Angaben zufolge soll in London von einer gleichen Anzahl Menschen sechsmal mehr Fleisch consumirt werden, als in Paris. Die Nahrungsmittel sind aber ohne Zweifel nicht der einzige Grund solcher Differenzen; die übrige Lebensweise, das Klima u. s. w. können nicht ohne Einfluss sein.

Betreffs der festen Materien, die täglich durch den Harn ausgeschieden werden, verdienen folgende aus Versuchsreihen entlehnte Zahlenresultate Berücksichtigung. *Becquerel* fand (nach Versuchen an 4 Männern und 4 Frauen), dass vom Manne täglich 39,52 grm., von dem Weibe 34,31 grm. fester Stoffe durchschnittlich durch die Nieren ausgeschieden würden. Ich entleerte durchschnittlich in 24 St. an festen Stoffen bei gemischter Kost 67,82 grm., bei animalischer Kost 87,44 grm., bei vegetabilischer 59,235 grm. und bei stickstofflosen Nahrungsmitteln 41,68 grm. *Lecanu* fand, dass Männer weit mehr feste Stoffe mit dem Harne ausscheiden, als Frauen, Greise aber noch weit weniger als diese, Kinder von 8 Jahren mehr als Greise aber weniger als Frauen und endlich Kinder von 4 Jahren noch weniger als Greise.

Von dem Verhältnisse der wichtigsten festen Stoffe des Harns unter einander, so wie von deren täglich ausgeschiedenen Quantitäten ist bereits im ersten Theile unter den betreffenden Capiteln die Rede gewesen (s. *Harnstoff* S. 167, *Harnsäure* S. 217, *Hippursäure* S. 202).

Für die tägliche Entleerung der Extractivstoffe (d. h. organische Materien, ausser Harnstoff und Harnsäure) giebt *Becquerel*

11,738 grm. bei Männern und 9,655 grm. bei Frauen an, während ich täglich bei gemischter Kost ungefähr 13 grm. solcher Materien entleerte.

Die Quantitäten der feuerbeständigen Salze differiren bei verschiedenen Personen, die unter verschiedenen Verhältnissen leben, ganz ausserordentlich. *Lecanu* fand folgende Quantitäten der täglich durch den Urin entleerten Salze:

	im Mittel	Schwankungen
Bei Männern	16,88 grm.	zw. 9,96 und 24,50 grm.
„ Frauen	14,38 „	„ 10,28 „ 19,63 „
„ Kindern	10,05 „	„ 9,91 „ 10,92 „
„ Greisen	8,05 „	„ 4,84 „ 9,78 „

Becquerel erhielt als Mittelresultat der täglich ausgeschiedenen Mengen feuerbeständiger Salze bei Männern = 9,751 grm. und bei Frauen 8,426 grm., *Chambert* bei 24 jungen Männern = 14,854 grm. (schwankend zwischen 23,636 und 6,993 grm.). In meinem Harn fand ich während gemischter Kost täglich im Durchschnitt 15,245 grm. (schwankend zwischen 9,652 und 17,284 grm.).

Im Betreff der Quantitäten von phosphorsaurem Kalk, welche täglich mit dem Harne abgehen, fand *Lecanu* Schwankungen zwischen 0,029 grm. und 1,960 grm. So bedeutende Schwankungen habe ich weder an meinem eignen Harn noch an dem andrer gesunder Personen bei gemischter und selbst bei einseitiger Kost nicht beobachtet; indessen verläugnet sich auch im Bezug auf die Erdphosphate des Harns der Einfluss der Nahrung nicht; ich fand in meinem Harn bei rein animalischer Kost fast dreimal mehr Erdphosphate als bei gemischter. Der Harn kleiner Kinder enthält gleich der Allantoisflüssigkeit der Kälber nur sehr geringe Mengen phosphorsaurer Salze, dagegen verhältnissmässig viel schwefelsaure. Wahrscheinlich in Folge eines gleichen physiologischen Grundes excerniren auch schwangere Frauen, wie schon oben berührt, weit weniger phosphorsauren Kalk mit dem Harne, als nicht schwangere.

Diese wenigen Andeutungen werden genügen, um zu zeigen, von wieviel verschiedenen Bedingungen die Mengen der ausgesonderten Harnbestandtheile und ihre gegenseitigen Verhältnisse im Harn abhängig sind, und wie vorsichtig man bei der Beurtheilung der Natur eines Harns und bei den daraus zu ziehenden Folgerungen sein muss, sobald nicht zahlreiche Analysen verschiedner unter gleichen Verhältnissen gesammelten Harnproben vorliegen.

Verfolgen wir nun auch hier der bessern Uebersicht wegen die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Harns nach physiologischen und pathologischen Kategorien, so würde uns zunächst die Verschiedenheit in dem Harne *beider Geschlechter* auffallen. Nach *Lecanu's* und *Becquerel's* schon oben erwähnten Untersuchungen würde sich der Unterschied besonders darin aussprechen, dass der Harn der Frauen mehr Wasser und weniger Harnstoff und Salze, selbst in Bezug auf die übrigen festen Bestandtheile, enthält; d. h. also Frauen entleeren absolut mehr Wasser und bei weitem weniger Harnstoff und Salze als Männer, während im Verhältniss der ausgeschiedenen Harnsäuremengen sich kein nachweisbarer Unterschied herausstellt.

Besonders unterscheidet sich der Harn der Frauen im Zustande der Schwangerschaft; auf die wesentlichsten Eigenschaften desselben und namentlich auf das vermeintliche Kyesthein in demselben haben wir schon oben S. 421 aufmerksam gemacht. *Becquerel* fand das specifische Gewicht solchen Harns nie über 1,011. Nach *Lubanski*[1]) soll solcher Harn weniger freie Säure enthalten, häufig neutral oder selbst alkalisch sein; meinen Erfahrungen nach ist jedoch derselbe frisch gelassen immer sauer, sobald sich die Schwangern wohl befinden; nur alkalescirt er namentlich in den letzten Monaten bei weitem leichter, da er zu dieser Zeit wässriger zu sein pflegt. Der relativen und absoluten Abnahme des phosphorsauren Kalks im Harn Schwangerer wurde oben bereits Erwähnung gethan.

Lecanu verdanken wir insbesondere Aufklärung über den Einfluss, welchen das verschiedene *Lebensalter* auf die Constitution und die Mengenverhältnisse des Harns äussert. Im Allgemeinen ersehen wir nämlich aus seinen Untersuchungen, dass Männer im Blüthenalter, wo die Stoffmetamorphose am regsten ist, die grösste Menge fester Bestandtheile mit dem Harn ausscheiden, etwas weniger dagegen Frauen, und noch weniger Kinder und Greise. Auf die Menge der Harnsäure und der Salze scheint das Lebensalter keinen bestimmten Einfluss auszuüben. Einigen Erfahrungen nach scheint der Harn kleiner Kinder relativ mehr Hippursäure zu enthalten und bei weitem weniger phosphorsauren Kalk.

Den erheblichsten Einfluss auf die Constitution des Harns üben unter den physiologischen Bedingungen ohne allen Zweifel die Nahrungsmittel aus. Von dem Einflusse einzelner in den Nahrungsmitteln

---

1) *Lubanski*, Ann. d'obstetr. etc. 1842. p. 235.

enthaltener Stoffe auf die saure oder alkalische Reaction des Harns und einzelne seiner Bestandtheile haben wir schon in dem Obigen an verschiedenen Orten aufmerksam gemacht. In einer grössern Reihe von Untersuchungen, deren oben schon mehrmals Erwähnung gethan wurde, habe ich den Einfluss der verschiedenen Nahrungsmittel nach ihrem vegetabilischen oder animalischen Ursprunge, nach ihrem Gehalte oder Mangel an Stickstoff auf die Beschaffenheit des Harns im Allgemeinen ebensowohl als auf die quantitativen Verhältnisse der Harnsecretion zu ermitteln gesucht. Die wesentlichsten Resultate lassen sich in folgender tabellarischen Zusammenstellung übersehen. Ich entleerte nämlich (bei gemichter Kost und möglichst gleichförmigem diätetischen Verhalten im Mittel von 14 Bestimmungen, bei rein animalischer Kost [fast nur Eier] und bei rein vegetabilischer Kost im Mittel von je 12 Beobachtungen und bei vollkommen stickstofffreier [Fett, Milchzucker und Stärkmehl] im Mittel zweier Versuche) neben variabeln Mengen Wasser durchschnittlich in 24 Stunden an:

	festen Bestandth.	Harnstoff	Harnsäure	Extractivstoffen u. Salzen
Bei gemischter Kost	= 67,82	32,498	1,183	12,746
„ animalischer „	= 87,44	53,198	1,478	7,312
„ vegetabilischer „	= 59,24	22,481	1,021	19,168
„ stickstofffreier „	= 41,68	15,408	0,735	17,130

Im Uebrigen liessen sich aus diesen Untersuchungen etwa folgende Schlüsse ziehen:

1) Durch thierische Nahrungsmittel werden die festen Bestandtheile des Harns sehr vermehrt, durch vegetabilische dagegen und noch mehr durch stickstofffreie Kost erheblich vermindert.

2) Obgleich der Harnstoff ein Product der verbrauchten und zersetzten Organe des thierischen Organismus ist, so hängt seine Quantität im Urin doch zum Theil mit von der Art der genossenen Nahrungsmittel ab; bei der stickstoffreichen animalischen Kost ist der Harnstoff absolut vermehrt, bei vegetabilischer und azotloser Kost aber absolut vermindert. Der Harnstoffgehalt nimmt aber auch, je nach den Nahrungsmitteln, im Verhältniss zu den übrigen festen Harnbestandtheilen, zu oder ab. Bei gemischter Kost war in meinem Harn sein Verhältniss zu den übrigen festen Bestandtheilen = 100:116, bei animalischer = 100:63, bei vegetabilischer = 100:156, bei azotloser = 100:170.

3) Die Harnsäuremenge im Urin hängt von andern Verhältnissen und etwa andern in den Organismus gebrachten Stoffen weit mehr ab,

als von den eigentlichen Nahrungsmitteln; die Differenzen in den verschiedenen Beobachtungen sind zu gering, als dass man gerade den Nahrungsmitteln einen wesentlichen Einfluss auf die Bildung der Harnsäure zuschreiben dürfte.

4) Die Proteïnverbindungen und somit der Stickstoff der eigentlichen Nahrungsmittel werden selbst im Ueberschuss im Darmkanale aufgesogen, und dann das, was nicht zur Reproduction der verbrauchten Organe verwendet wird, umgewandelt und endlich unter der Form von Harnstoff und Harnsäure sehr bald wieder durch die Nieren abgeschieden. Den überschüssig aufgenommenen Stickstoff verliert der thierische Organismus nur durch die Nieren.

5) Dem aufgenommenen, stickstoffhaltigen Material, d. h. den schwefel- und phosphorhaltigen Proteïnverbindungen wird eine ziemlich entsprechende Menge schwefelsaurer und phosphorsaurer Salze entleert; nach dem Genusse fast reiner Proteïnverbindungen ist die Menge jener Salze im Harn um ein erhebliches vermehrt.

6) Diesen Vordersätzen zufolge müssen die übrigen, organischen Bestandtheile des Harns, d. h. die sogannten Extractivstoffe bei animalischer Kost sehr vermindert sein; wir finden bei den Untersuchungen nach vegetabilischer Kost eine absolute (nicht blos relative) Vermehrung solcher Stoffe, ein Beweis, dass also die vegetabilischen Nahrungsmittel einen grossen Antheil an der Bildung der Extractivstoffe im Harn haben. Der Harn nach dem Genusse von Animalien nimmt daher auch seiner physikalischen Beschaffenheit ganz den Charakter des Harns der Carnivoren an, d. h. er ist ganz licht bernsteingelb oder fast strohgelb gefärbt, reagirt stark sauer und scheint entweder keine Milchsäure oder nur sehr wenig zu enthalten, nach *Liebig's* Erfahrungen auch völlig frei von Hippursäure zu sein. Dagegen verliert der Harn nach vegetabilischer Kost sehr viel an freier Säure, ja bei stickstofffreier Kost büsst er sie gänzlich ein; er enthält viel dunkel gefärbten Extractivstoff und ist daher mehr braunroth gefärbt, etwas trüb von ausgeschiedenen Erden oder wird es wenigstens sehr leicht beim Kochen; fast immer enthält er neben oxalsaurem Kalk milchsaure Alkalien; an Benzoësäure ist er nach *Liebig* ziemlich reich; Harnsäure habe ich, wie aus dem Obigen hervorgeht, doch nicht ganz fehlen sehen.

Von dem Einflusse schwerverdaulicher oder stark gewürzter Speisen, spirituöser Getränke u. dergl. auf die

Vermehrung der Harnsäure im Harn ist bereits Th. 1. S. 210 die Rede gewesen.

Dass der Harn nach längerem Fasten stark saure Reaction zeigt, ärmer an festen Bestandtheilen wird, aber immer noch gewisse Harnstoffmengen enthält, ist theils oben berührt, theils im 1. Th. S. 168 mit Zahlen belegt worden.

Aus *Simon's* und meinen eignen Erfahrungen geht hervor, dass nach bedeutendern körperlichen Anstrengungen weit weniger Wasser durch die Nieren abgeschieden wird, der (24stündige) Harn aber mehr freie Säure enthält so wie auch mehr Harnstoff, phosphorsaure und schwefelsaure Salze, dagegen weniger Harnsäure und Extractivstoffe.

Dass die Jahreszeiten, das Klima und die Lufttemperatur auf die durch die Nieren abgesonderte Wassermenge influenziren müssen, stand wohl kaum anders zu erwarten, selbst nach den oberflächlichen Beobachtungen, die jeder an sich selbst machen kann. *Jul. Vogel* hat diess durch sechs Monate lange Wägungen des von einer und derselben Person entleerten Harns erwiesen. Die Behauptung von *Fourcroy*, *Marcet* und *Schultens*, dass nach anhaltendem Schwitzen sich die Menge der Harnsäure im Harn vermehrt finde, glaube ich Th. 1. S. 218 hinlänglich durch positive Versuche widerlegt zu haben.

Der früh Morgens nach dem Schlafen gelassene Harn, urina sanguinis, ist bekanntlich von grösserer Dichtigkeit, dunklerer Färbung und etwas stärker saurer Reaction, als der den Tag über gelassene Harn. Die Quantitäten des Morgenharns sind verschieden, je nachdem vor dem Schlafengehen mehr oder weniger Getränk genommen worden ist. Abgesehen von der verhältnissmässig geringern Menge Wasser, die er enthält, habe ich in dem Verhältniss seiner Bestandtheile unter einander keine Differenzen auffinden können. Die Nahrungsmittel sind nicht ganz ohne Einfluss auf die Constitution des Morgenharns; wenigstens fand ich ihn bei animalischer Kost im Verhältniss ebenfalls concentrirter, als den Tagesurin; selbst wenn man nur einen Tag hindurch reine Animalien genossen hat, lässt sich aus dem Harn des darauf folgenden Morgens der Harnstoff ohne Weiteres durch Salpetersäure fällen.

Man hat früher auch einen Urin der Verdauung, urina chyli, unterschieden, und darauf besondern Werth gelegt; er ist bei Denje-

nigen, die bei und nach dem Essen nicht viel trinken, etwas schwerer und tingirter, als der den Tag über gelassene Harn, aber leichter und weniger gefärbt, als der Morgenharn.

Die von *Chambert*, wie es scheint, sehr sorgfältig ausgeführten Versuche stimmen mit den meinigen nicht recht überein; doch kann die Differenz hier sehr leicht von Nebenumständen abhängig sein. *Chambert* fand den Verdauungsharn immer dichter und namentlich reicher an Salzen als der Morgenharn; die grössere oder geringere Transspiration während des Schlafes, das Trinken oder Nichttrinken bei der Mahlzeit kann wohl diese Differenz der Beobachtung auf die einfachste Weise erklären. Uebrigens fand *Chambert*, dass die unorganischen Bestandtheile des Harns in geradem Verhältnisse zur Menge der mit den Nahrungsmitteln eingenommenen Salze stehen.

In 100 Th. 24stünd. Harn fand *Chambert* durchschnittlich 1,3024 % Salze, in 100 Th. Verdauungsharn 1,6394 % und in 100 Th. Harn, der vom Erwachen bis zum Frühstück entleert wurde, 0,9332 %; im Harn, der bald nach genossenem Getränk entleert wurde, nur 0,2113 % im Maximum.

Im Harn der Thiere, wenigstens in dem der Säugethiere, spiegelt sich wieder der Einfluss der Nahrung auf die Constitution desselben ab. Fassen wir zunächst die Beschreibung des Harns der Thiere nach deren diätetischen Kategorien zusammen.

Wir kennen bis jetzt neben dem Harne des Menschen leider nur den Harn eines einzigen Omnivoren, nämlich den des *Schweins*, der von *Boussingault*[1]) und *v. Bibra*[2]) untersucht wurde. Der Harn dieses Thieres ist vollkommen klar, fast geruchlos, deutlich alkalisch, braust mit Säuren auf, trübt sich beim Kochen, indem die doppelt kohlensauren Erden dadurch in einfache verwandelt und somit präcipitirt werden; Ammoniak enthält er nicht; weder *Boussingault* noch *von Bibra* konnten Harnsäure oder Hippursäure in ihm entdecken; dagegen hat *Boussingault* darin die Gegenwart milchsaurer Alkalien mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen. Phosphate kommen nur in sehr geringer Menge in solchem Harne vor, schwefelsaure Salze und Chloralkalien finden sich darin in ziemlich erheblichen Mengen. Die von genannten Forschern untersuchten Proben von Schweinsharn enthiel-

1) *Boussingault*, Ann. de chim. et de phys. 3. Sér. T. 15. p. 97—104.
2) *v. Bibra*, Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 53. S. 98—112.

ten 1,804% bis 2,086% fester Bestandtheile, in welchen sich 0,29 bis 0,49 Th. Harnstoff vorfanden.

Der Harn der fleischfressenden Säugethiere unterscheidet sich nur wenig von dem des Menschen; er ist frisch gelassen klar, sehr lichtgelb, von unangenehmem Geruch, widerlichem, bitterm Geschmack und saurer Reaction; er wird aber sehr bald alkalisch. *Vauquelin*[1]), *Gmelin*, *Hünefeld* und besonders *Hieronymi*[2]) haben den Harn von Löwen, Tigern, Leoparden, Panthern, Hyänen, Hunden, Wölfen und Bären untersucht. Harnstoff ist in grosser Menge darin enthalten, und lässt sich, da dieser Harn nur wenig Pigment enthält, sehr rein ausscheiden; Harnsäure kommt nur in sehr geringen Mengen darin vor, doch fand *Landerer*[3]) im Harn des Igels (Erinaceus europaeus) 1% Harnsäure.

Sehr verschieden vom Harn der fleischfressenden Thiere und des Menschen ist der der Herbivoren; man hat denselben vom Elephanten, Nashorn, Kameel, Pferde, Rinde, der Ziege, Biber, Kaninchen, dem Hasen und Meerschweinchen untersucht; er ist meist gelblich, sehr trüb, von üblem Geruche, stets alkalisch; er enthält zwar oft viel Harnstoff, wie der der Carnivoren, unterscheidet sich jedoch von diesem durch einen beträchtlichen Gehalt an kohlensauren Alkalien und Erden, an Hippursäure, an einer fettigen und riechenden Materie, endlich durch den gänzlichen Mangel an Harnsäure und durch die höchst geringen Mengen phosphorsaurer Salze. Milchsaure Salze fehlen nach *Boussingault* nie.

Was ins Besondere den *Pferdeharn* betrifft, so ist dieser gerade von verschiedenen Seiten genauer untersucht worden; er ist, wie der des Menschen, je nach der Art der Nahrungsmittel verschieden; frisch gelassen ist er gewöhnlich trüb und blassgelb, färbt sich aber an der Luft sehr bald dunkelbraun; zuweilen ist er meinen Erfahrungen nach ziemlich klar und dann von stark alkalischer Reaction; neben saurem kohlensaurem Alkali enthält er nur wenig saure kohlensaure Kalk- und Talkerde aufgelöst, die erst beim Kochen sich abscheidet; oft reagirt er aber schwach alkalisch und bildet von ausgeschiedenen kohlensauren Erden eine wahre Urina jumentosa. *Bibra* fand den

1) *Vauquelin*, Schweigg. Journ. Bd. 5. S. 175.
2) *Hieronymi*, Jahrbb. d. Ch. u. Phys. Bd. 3. S. 322.
3) *Landerer*, Heller's Arch. Bd. 3. S. 296.

Pferdeharn oft bei gleicher Fütterung sehr verschieden zusammengesetzt, ohne die Ursache der Differenz errathen zu können. Das Kali herrscht natürlich in diesem Harne bedeutend über das Natron vor. Stets habe ich im Sedimente des Pferdeharns die schönsten Krystalle von oxalsaurem Kalk und zwar in nicht unerheblichen Mengen gefunden. *Bibra* will aber im Sedimente des Pferdeharns noch eine besondere nicht genauer untersuchte organische Substanz (neben kohlensaurer Kalk- und Talkerde) gefunden haben. Man hat den Grund des zeitweiligen vermeintlichen Vorkommens von Benzoësäure anstatt der Hippursäure im Pferdeharn in verschiedenen physiologischen oder pathologischen Verhältnissen gesucht; allein ich glaube es ausser Zweifel gesetzt zu haben, dass der zuerst von *Liebig* angegebene Grund des Auffindens von Benzoësäure in manchem Pferdeharn der richtige ist (vergl. Th. 1. S. 88). Auch im Harn von kranken Pferden fand ich stets Hippursäure, sobald er frisch untersucht werden konnte. Von Ammoniaksalzen findet sich übrigens im Pferdeharne keine Spur. Zuweilen findet man im Pferdeharne anstatt der Hippursäure eine stickstoffhaltige, nicht krystallisirbare, harzartige Materie, welche noch nicht genauer untersucht worden ist (*C. Schmidt*).

Im Harn eines kranken Pferdes fand ich so viel milchsaures Kali, dass die Milchsäure an Kalk, Magnesia und Zinkoxyd gebunden und aus den Salzen mit Sicherheit diagnosticirt werden konnte.

Dass auch in Krankheiten der Thiere die Beschaffenheit des Harns ausserordentlich verschieden ist, versteht sich von selbst; von meinen Erfahrungen in dieser Hinsicht, die jedoch noch keinen allgemeinen Ueberblick gestatten, führe ich beispielshalber folgende, meinem Diarium entlehnte, Notizen an. Ein sehr dürftiges, schlaffes Pferd, Wallach, 14 Jahr alt, litt seit 8 Tagen an einer rechtseitigen Pneumonie; Harn sehr blassgelb, kaum etwas getrübt, etwas zähflüssig, fast fadenziehend, stark alkalisch, aber nicht mit Säuren aufbrausend, blieb beim Eindampfen gelb, enthielt nur sehr wenig Hippursäure u. s. w. Ein andres Pferd, Wallach, 13 Jahr alt, sehr dürftig, litt an sg. acutem Rotz; Futter, wie beim vorigen Pferde, Waizenkleie, Heu und Stroh; Harn auffallend rothbraun gefärbt, schwach alkalisch, enthielt ein sehr bedeutendes Sediment von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Talkerde; die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit brauste stark mit Säuren auf, wurde beim Abdampfen rothbraun, fast schwarz, enthielt viel Hippursäure u. s. w. Ein sehr kräftiges Reitpferd, Wallach, 7 Jahr alt, liess bei Fütterung mit Heu, Hafer und Stroh einen braungelben stark alkalischen Harn, der viel kohlensauren Kalk, aber wenig kohlensaure Erden enthielt; dasselbe Pferd entleerte bei Fütterung mit Hafer und Stroh, aber ohne Heu einen von kohlensauren Erden stark getrübten Harn, der jedoch kaum alkalisch reagirte und filtrirt mit Säuren nicht aufbrauste.

Häufig ist auch der *Rindsharn* untersucht worden, namentlich von *Boussingault* und *v. Bibra*. Frisch gelassen habe ich den Rindsharn stets klar gefunden, von bitterlichem Geschmack, blassgelber Farbe und stark alkalischer Reaction; dieser Harn enthält viel schwefelsaures und doppelt kohlensaures Kali und Talkerde, aber sehr wenig Kalk, nach *Boussingault* gar keine Phosphate, sehr wenig Chlornatrium, dagegen sehr viel milchsaures Kali; die Mengen des Harnstoffs und hippursauren Kalis sind nach *Bibra* bei gleicher Fütterung und gleichem äussern Verhalten sehr verschieden. Oxalsauren Kalk habe ich immer auch im Sedimente gefunden, dagegen gleich *Boussingault* im frischen Rindsharn niemals Ammoniaksalze. Durchschnittlich enthielt der Rindsharn etwa 8 bis 9% fester Bestandtheile und darunter 1,8 bis 1,9% Harnstoff. An Hippursäure fand *v. Bibra* bald 0,55 bald 1,20%. *Boussingault* wies in solchem Harn neben doppelt kohlensauren Alkalien noch freie Kohlensäure nach.

Sehr verschieden vom Harn der Rinder ist der Harn der Kälber, welcher mehr der Zusammensetzung der Allantoïsflüssigkeit des Kalbsfötus gleicht. Nach den Untersuchungen von *Braconnot*[1]) und *Wöhler*[2]) ist der Harn der Kälber, so lange sie noch gesäugt oder mit Milch genährt werden, ziemlich farblos, klar, geruchlos, von schwachem Geschmack und stark saurer Reaction, die er selbst beim Abdampfen nicht verliert. Der Entdeckung *Wöhler's*, dass der Hauptbestandtheil dieses Harns unter den organischen Stoffen Allantoïn sei, ist bereits Th. 1. S. 181 Erwähnung gethan worden. Nach *Wöhler* scheint er übrigens Harnstoff und sogar *Harnsäure* in demselben Verhältnisse, wie normaler Menschenharn, zu enthalten; Hippursäure ist dagegen nicht darin zu entdecken; sehr bedeutend ist der Gehalt desselben an phosphorsaurer Talkerde und Kalisalzen, sehr gering der an Phosphaten, Sulphaten und Natronsalzen. *Braconnot* fand im Kalbsharn noch eine in Alkohol lösliche organische Materie, welche durch Gerbsäure fällbar ist, im Kochen sich auflöst, beim Erkalten aber wieder ausscheidet. Der Kälberharn enthält übrigens nicht einmal 1% fester Bestandtheile (nach *Braconnot* 0,62%).

Die Allantoïsflüssigkeit des Kalbsfötus ist nur von *Las-*

---

1) *Braconnot:* Ann. de Chim. et de Phys. 3. Sér. T. 20. p. 238—247.

2) *Wöhler*, Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1849. No. 5. S. 61—64.

saigne[1]) genauer untersucht worden; nach den Angaben dieses Forschers hat sie ganz dieselben Eigenschaften und dieselbe Zusammensetzung wie der oben beschriebene Harn des mit Milch genährten Kalbes.

Dass der Harn von Kaninchen, so wie auch wahrscheinlich der von andern Herbivoren, sauer wird und fast alle Eigenschaften des Harns fleischfressender Thiere annimmt, sobald diese Thiere längere Zeit hungern oder gezwungen werden, blos Animalien zu verdauen, ist bereits oben im Vorübergehen erwähnt worden.

Das Hyraceum schien nach *Reichel's*[2]) Analyse wenigstens mit dem Harn des Klippendachses stark vermengt zu sein; allein die mikroskopische so wie die chemische Untersuchung, die ich mit einer Probe dieses als Arzneimittel empfohlenen Stoffs vornahm, bewies, dass es nur die festen Excremente dieses Thiers sein können; es fanden sich darin Pflanzenreste und Pflanzenfasern, vereinzelte Prosenchymzellen und Spiralgefässe, die es mehr als wahrscheinlich machten, dass die vegetabilischen Materien durch den Darm gegangen und nicht etwa erst nach der Entleerung zufällig oder absichtlich beigemengt waren; nur äusserlich waren Rudimente von Insectenskeletten wie aufgedrückt; neben sehr viel harzigen Stoffen und Carbolsäure (?) enthielt diese Masse ganz unzweifelhaft Gallensubstanzen, aber keinen Harnstoff, keine Hippursäure, keine Harnsäure.

Der Harn der Vögel, der den meist weisslichen Ueberzug auf den festen Excrementen dieser Thiere bildet, besteht im Wesentlichen aus harnsauren Salzen, vorzüglich aus saurem harnsaurem Ammoniak und Kalk; *Coindet* will in dem Harne der Vögel auch Harnstoff gefunden haben.

Der Harn der Schlangen, der oft auch ohne feste Excremente entleert wird, ist anfangs breiartig, wird aber bald fest und trocken; er besteht grösstentheils aus sauren harnsauren Alkalien, etwas Harnstoff und phosphorsauren Erden.

Der Harn der Frösche ist flüssig, enthält Harnstoff, Kochsalz und etwas phosphorsauren Kalk.

Der Harn der Schildkröten ist von *Magnus*[3]), *Marchand*[4]) und mir untersucht worden (vergl. Th. 1. S. 202 und 217). Ich fand den Harn von Testudo graeca von folgender Beschaffenheit und Zusam-

1) *Lassaigne*, Ann. de Chim. et de Phys. 1. Sér. T. 17. p. 301.
2) *Reichel*, Arch. d. Pharm. 2. R. Bd. 56. S. 40—46.
3) *Magnus*, Müller's Arch. 1835. S. 214.
4) *Marchand*, Journ. f. pr. Chem. Bd. 34. S. 244—247.

mensetzung: hatten die Thiere längere Zeit keine Nahrung zu sich genommen, so entleerten sie (wenn man sie auf das Rückenschild legte) einen sehr blass gelblichgrünen klaren Harn, von deutlich saurer Reaction, der beim Erkalten ein weisses Sediment absetzte, welches beim Erwärmen sich wieder auflöste; haben die Thiere nicht lange vorher gehungert, so entleeren sie einen neutralen oder schwach alkalischen, ziemlich klaren Harn, der beim Erkalten keine Trübung zeigt. Das spontane Sediment löst sich nur zum Theil in kochendem Wasser auf, saures harnsaures Ammoniak und Kalk bleiben ungelöst, während saures harnsaures Natron sich auflöst; die Gegenwart der Hippursäure war in dem zu den verschiedensten Zeiten gesammelten Harn dieser Thiere jedesmal sehr leicht nach jeder der Th. 1. S. 201 angeführten Methoden nachzuweisen.

Neben Harnstoff und den genannten Stoffen fand ich noch einen in absolutem Alkohol unlöslichen, in Alkohol von 82% aber auflöslichen krystallisirbaren organischen Stoff, der der geringen Menge halber nicht genauer untersucht werden konnte. Fett enthielt der Schildkrötenharn immer in nachweisbaren Mengen. Der saure sedimentirende Harn enthielt 3,014 bis 3,584% feste Bestandtheile; die Asche des festen Rückstandes betrug durchschnittlich 52,5%; sie enthielt, wenn sie weiss gebrannt war, keine kohlensauren Salze, sondern nur phosphorsaure und schwefelsaure neben Chlormetallen und mehr Kali- als Natronverbindungen.

Die Excremente der Insecten bestehen grösstentheils aus den Rudimenten der Gewebstheile, welche den Thieren zur Nahrung gedient haben; sie enthalten aber, wenn man auch in ihnen nicht immer bestimmte harnbereitende Organe nachweisen kann, Materien, die sonst nur im eigentlichen Harne gefunden werden.

Dass die rothen *Excremente der Schmetterlinge* sehr viel harnsaures Alkali enthalten, ist eine bekannte Sache; *Heller* hat sie neuerdings auch gefunden. Ich fand, dass die Darmcontenta der Schmetterlinge, wenn sie Honig aufgesaugt haben, oft freie Harnsäure in sehr schönen Krystallen enthalten. Der rothe Farbstoff der Excremente ist ein öliger, im Wasser sich in Tröpfchen ausscheidender Körper; ausser diesen Stoffen enthalten jene Excremente noch etwas phosphorsauren und oxalsauren Kalk.

In die *Excremente der Raupen* geht natürlich alle Pflanzenfaser über, ausserdem aber auch sehr viel Chlorophyll und Stärkmehl; letzteres sowohl in rundlicher Form, als in der Form von Stäbchen, wie es

sich in den Euphorbiaceen findet; besonders reich sind diese Excremente an oxalsaurem Kalk, der nicht blos unmittelbar aus den Ingestis herrührt; denn ich habe denselben auch in den sogenannten Gallengängen der Raupen gefunden. Obgleich die Darmsäfte und der Mageninhalt der Raupen immer stark alkalisch reagiren, so sind die Excremente doch meist neutral, ja zuweilen von saurer Reaction. Im letztern Falle findet man oft auch sehr schöne Harnsäurekrystalle darin; die Harnsäure kommt sonst aber in den Raupenexcrementen nur in sehr geringer Menge vor. Einzelne Pflanzentheile, z. B. die Spiralgefässe, finden sich in den fraglichen Excrementen sehr deutlich dargestellt wieder. Diese Excremente sind so arm an Stickstoff, dass ich z. B. in denen der Seidenraupen im Mittel dreier Analysen nur 0,362% Stickstoff fand, während die Blätter von Morus nigra = 4,560% Stickstoff enthielten.

Von dem Vorkommen von Guanin in den Excrementen der Spinnen ist bereits Th. 1. S. 178 die Rede gewesen. Nach diesem Vorkommen sowohl als dem im Guano ist es nicht unwahrscheinlich, dass das Guanin auch in den Excrementen der Vögel und in denen der meisten Insecten vorkomme, zumal da auch in dem grünen Organ des Flusskrebses die Gegenwart dieses Stoffes von *Fr. Will* und *Gorup-Besanez*[1]) wahrscheinlich gemacht worden ist.

Der Guano, jener gesuchte Handelsartikel, welcher das Product der Verwesung von Excrementen gewisser Seevögel ist, wurde sehr häufig untersucht, und je nach seinem Fundorte höchst verschieden zusammengesetzt gefunden; seine Hauptbestandtheile sind: Guanin, harnsaures Ammoniak, oxalsaures Ammoniak phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Talkerde-Ammoniak und oxalsaurer Kalk; ausserdem finden sich Ueberreste von Pflanzensubstanzen, ja es kommt eine Sorte vor, in welcher man die schönsten Kieselskelette von, den Bacillarien angehörigen, Infusorien antrifft.

Gehen wir nun zu den Veränderungen über, welche der Harn in krankhaften Zuständen erleidet, so thun wir wohl auch hier am besten, zunächst die Beschaffenheit desjenigen Harns näher ins Auge zu fassen, wie er sich im Fieber zeigt, jener Symptomengruppe, die ja fast alle acuten Krankheiten begleitet. Der Fieberharn ist meist von tingirterer Farbe, gewöhnlich röthlich oder rothbraun, von etwas stär-

---

1) *Fr. Will* und *v. Gorup-Besanez*, Gel. Anzeigen d. k. bair. Ak. d. Wiss. 1848. S. 825–828.

kerem Geruche, specifisch schwerer und reagirt stark sauer. Während des Fiebers wird überhaupt weniger Urin durch die Nieren entleert; der Harn erscheint concentrirter, insofern die Abnahme des Wassers im Fieberurin relativ weit bedeutender ist, als die Abnahme der festen Harnbestandtheile.

Die constantesten Zeichen solchen Harns sind die relative und absolute Abnahme der anorganischen Salze und die leichter erkennbare Zunahme der Harnsäure oder harnsauren Salze. Die Salzverminderung, die auch *Becquerel* und *Simon* stets gefunden haben, betrifft, wie *Simon* zuerst nachgewiesen, hauptsächlich das Chlornatrium. Auch wenn der Fieberharn nicht das gewöhnliche Sediment von harnsaurem Natron bildet, ist er doch immer absolut und relativ reicher an Harnsäure als andrer Harn. Harnstoff ist in der Regel etwas vermindert, wie *Becquerel* zuerst gegen *Simon* geltend gemacht hat. Die extractiven Materien sind gewöhnlich etwas vermehrt. Sehr oft lässt sich Milchsäure mit aller chemischen Bestimmtheit in solchem Harne nachweisen.

Im Gegensatze zu dem Fieberharne hat *Becquerel* einen *anämischen* Harn oder Harn aus Blutmangel unterschieden. Solcher Harn, der in vielen Schwächezuständen vorkommt, enthält weit weniger Harnstoff und Harnsäure, als der normale Harn; die Verminderung der Salze ist im Verhältniss zu der gewöhnlich excernirten Menge unbedeutend; im Verhältniss zu den organischen Stoffen sind sie demzufolge vermehrt; auch die extractiven Materien weichen wenig vom physiologischen Mittel ab. Ganz besonders beobachtet man solchen Harn nach oft wiederholten Aderlässen und in der Chlorose.

Wenn wir nun die Constitution des Harns in den einzelnen Krankheiten in der Art, wie man sie nach dem heutigen Stande der Pathologie zu benennen und zu unterscheiden pflegt, ins Auge fassen und nach den so zahlreichen Untersuchungen, die namentlich in den letzten zwei Decennien darüber bekannt geworden sind, zusammenzustellen und zu ordnen versuchen: so gelangen wir zu dem gerade hier so unerwarteten, traurigen Resultate, dass all unser Wissen über diesen Gegenstand fast weniger noch als Stückwerk ist. Die zahllosen Analysen krankhaften Harns haben viele und zwar vorzügliche Aerzte zu dem Glauben verführt, die Lehre von der Constitution des Harns in Krankheiten sei der vollendetste Theil der sg. pathologischen Chemie, und leider giebt es medicinische Chemiker, welche wissentlich oder un-

wissentlich Viele zu diesem Irrwahne verleitet haben. Worin liegt aber der Grund dieser für den der pathologischen Chemie Beflissenen wo nicht beschämenden, doch betrübenden Erfahrung? Es ist mehr als ein Grund vorhanden, weshalb die angestrengtesten Bemühungen vieler wackern Forscher durch den Erfolg so wenig belohnt worden sind. Schon öfter ist anderwärts hervorgehoben und auch hier erwähnt worden, dass die ganze Methode der Untersuchung meist der Art war, dass sie zur Aufstellung der Schlüsse und allgemeinen Sätze, die man aus den Resultaten der Analyse ableitete, keineswegs berechtigte; haben wir doch schon in der methodologischen Einleitung (Th. 1.) auf die Irrthümer hingewiesen und auf die Momente aufmerksam gemacht, welche zu Fehlschlüssen Veranlassung gaben. Beim Harn häufen sich aber die Hindernisse und Schwierigkeiten einer systematischen und wahrhaft wissenschaftlichen Untersuchung; wendet man auch alle Mittel an, die uns zu einer solchen rationellen Forschung zu Gebote stehen, so gelangt man doch oft nicht zu dem Ziele: die allgemeinen Eigenschaften und die für eine bestimmte Krankheitsform eigenthümliche Zusammensetzung des Harns zu ermitteln; denn der Harn ist ja selbst im physiologischen Zustande, noch mehr aber im pathologischen, eine so veränderliche Flüssigkeit, dass in sehr vielen Fällen nicht zu unterscheiden ist, ob die beobachteten Veränderungen vom krankhaften Processe selbst oder nur von zufälligen Einwirkungen abhängen; beobachten wir sorgfältig die Veränderungen, welche der Harn oft innerhalb eines Tages und zwar nicht blos im Typhus oder abnorm verlaufenden acuten Exanthemen, sondern selbst in regulär verlaufenden Entzündungen erleidet, so wird man deutlich genug darauf hingewiesen, dass der Harn sich nach dem jeweiligen Zustande des Organismus, nach den äussern Einwirkungen und gleichzeitig nach gewissen Symptomencomplexen weit mehr richtet, als nach dem Wesen des krankhaften Processes; pflegt doch selbst das Eiweiss im Bright'schen Harn sich erheblich zu vermindern, ja fast zu verschwinden, wenn sich der chronischen Form dieser Krankheit eine Affection beigesellt, welche entzündliches Fieber bedingt; der für jene Krankheitsform so characteristische Harn verliert fast alle seine unterscheidenden Merkmale und nimmt in qualitativer und quantitativer Hinsicht den Character entzündlich-fieberhaften Harns an. Es dünkt uns daher vorläufig richtiger, die Constitution des Harns bei gewissen krankhaften Zuständen, bei einzelnen Symptomengruppen zu ermitteln und die etwa gewonnenen analytischen Resultate mit einander zu vergleichen,

als dasselbe für gewisse diagnostisch unterschiedene Krankheiten zu unternehmen. Diess lehren auch die so zahlreichen und mit ungewöhnlicher Ausdauer durchgeführten Harnanalysen *Becquerel's*; die Resultate dieser grossen Arbeit bewiesen weniger diess, dass gewisse Krankheitsgruppen von bestimmten Veränderungen in den Proportionen der festen Bestandtheile begleitet sind, als dass in den meisten Krankheiten die erheblichsten Schwankungen in der Zusammensetzung des Harns vorkommen, Schwankungen, welche mehr durch zufällig auftretende Einzelerscheinungen als durch den speciellen krankhaften Process bedingt sind. Das Blut, obgleich auch in ihm oft genug sichtlichere Veränderungen durch Nebenerscheinungen bedingt werden, als durch den wesentlichen krankhaften Process, behält immer noch weit mehr den ihm vom letztern aufgedrückten Stempel der Abnormität, als der Harn; diess rührt wohl daher, dass auch im krankhaften Zustande das Blut noch die Fähigkeit beibehält, untaugliche Substanzen möglichst auszuscheiden, wenn nicht durch die Nieren, doch auf andern Wegen, während im Harn sich alles anhäuft, was der augenblickliche Zufall im Blute erzeugt und den Nieren zuführt.

Wenn aber diese und viele andre Verhältnisse dem Streben der Forscher entgegen waren, für die einzelnen acuten Krankheiten bestimmte, stets wiederkehrende Eigenschaften und Mischungen des Harns zu finden, so hätte man wohl hoffen dürfen, dass wenigstens in chronischen Krankheiten, wo so schneller Wechsel der Erscheinungen, wie in acuten Formen, nicht gewöhnlich ist, die Bestrebungen so vieler Forscher durch erklekliche Resultate belohnt worden seien. Allein leider finden wir uns auch hier bitter getäuscht, und zwar zunächst deshalb, weil die Abweichungen der Zusammensetzung des Harns in diesen Zuständen meist nur sehr gering sind, ja weit geringer, als jene Schwankungen, die im Harn überhaupt durch rein physiologische Verhältnisse, namentlich Nahrungsmittel und übriges diätetisches Verhalten, bedingt werden. Hat man denn wirklich schon entschiedene Charactere gefunden im Harn bei Tuberculösen, Krebsigen, Arthritischen u. s. w.? Conjecturen, den Schein empirischer Resultate annehmend, in Menge, aber keine auf wissenschaftliche, exacte Beobachtungen begründete Thatsachen. Bei Tuberculose sollte z. B. nach *Donné* der Harn nach dem Verdunsten unter dem Mikroskop eine klebrige Masse von Honigconsistenz hinterlassen; wer hätte diess nicht auch bei anderem Harne beobachtet? Nach Einigen ist der arthritische Harn durch

Reichthum an Harnsäure, nach Andern durch Armuth oder Mangel an derselben characterisirt. Wenn an dieser schroffen Differenz auch der vage Name Arthritis und die ärztliche Diagnose die Schuld mit trägt, so gibt es doch noch hundert andre Fälle, wo Ansichten von kaum geringerer Differenz selbst von einem und demselben Beobachter aufgestellt worden sind.

Aber wir haben ja in dem Obigen eine Anzahl Stoffe namhaft gemacht, die nur abnormer Weise im Harn vorkommen; sind diese nicht für einzelne pathologische Processe characteristisch? Eiweiss, Faserstoff, oxalsaurer Kalk u. dgl. sind aber nicht für specifische Krankheitsfamilien characteristisch, sondern nur für einzelne, verschiedene Krankheiten begleitende, Processe oder Symptomencomplexe; wir haben oben uns bemüht, ausführlicher zu zeigen, wie viel verschiedene Bedingungen z. B. auf den Uebergang von Albumin in den Harn einwirken können, und dass diese Bedingungen bei den verschiedensten Krankheitssippen vorkommen. Ist man doch allgemein davon zurückgekommen, Albuminurie für eine specifische Krankheit zu halten, während sie nur ein Symptom verschiedener Krankheiten ist.

Es gibt ja aber auch abnorme Stoffe im Harn, die so verschieden von den gewöhnlich im Harn oder überhaupt im thierischen Organismus enthaltenen Materien sind, z. B. die rothen, grünen und blauen Farbstoffe, Cystin und Xanthin, dass diese offenbar einen bestimmten pathologischen Process, ja eine specifische Krankheitsform voraussetzen. Diess könnte wohl möglich sein, allein wer sich des oben erwähnten Vorkommens dieser Stoffe erinnert, wird sich bewusst sein, dass auch kein einziger dieser überdiess nur sehr selten beobachteten Stoffe irgend einer Krankheitsform eigenthümlich angehörend gefunden worden ist.

Bei dieser Rathlosigkeit, in der sich die pathologische Chemie rücksichtlich der Zusammensetzung des Harns in bestimmten Krankheiten befindet, ergriffen einige Forscher den kühnen Ausweg, die Constitution des Harns nicht etwa nach den Krankheiten zu betrachten, sondern nach der Constitution desselben und dessen Gehalte an einzelnen Stoffen ganz neue Krankheiten zu erfinden, die man Diathesen zu nennen beliebte, harnsaure, oxalsaure Diathese, Harnstoffdiathese u. s. w. Man verfiel auf diese Weise in denselben Fehler, der den ältern Aerzten so sehr zum Vorwurfe gemacht wird, dass man nämlich nur nach einem einzelnen Symptome die Krankheiten eintheilte, anstatt sie nach

natürlichen Familien zu gruppiren, deren Distinction nicht auf Symptome, sondern auf Processe begründet ist. Wir haben uns in dem Obigen schon öfter gegen die Annahme solcher Diathesen ausgesprochen, so dass es überflüssig sein würde, hier weiter darauf zurückzukommen. Man könnte dem aber wohl entgegnen: ist denn der Diabetes mellitus nicht auch eine Diathese? und wird diese als besondre Krankheit nicht allgemein angenommen? Unsrer Ueberzeugung nach ist auch diese Erscheinung nur ein Symptom, mit welchem blos eine bestimmte Reihe von Erscheinungen in ursächlichem Zusammenhange steht, wie viele andre Symptome ebenfalls mit den ihnen zugehörigen Erscheinungen. Ist in Folge irgend einer Abnormität der thierischen Stoffmetamorphose, in Folge eines mechanischen oder physiologischen Hindernisses, die Umwandlung des Zuckers im Blute gehemmt, so wird dieser, wie directe Versuche von *Bernard*, mir und *Kersting* erwiesen haben, möglichst schnell durch die Nieren abgeschieden, zu dessen Abscheidung wird aber, wie das oben die Versuche an Thieren lehrten, immer eine grosse Menge Wasser verwendet; das Blut wird arm an Wasser, daher der Durst, daher die unterdrückte Hautausdünstung der Diabetiker, die pergamentähnliche Haut u. s. w. Bei den Autopsien am Diabetes Verstorbener finden wir fast immer pathologisch-anatomische Veränderungen, allein wie verschieden sind diese! Bekanntlich werden tuberculöse Lungen sehr häufig bei Diabetes beobachtet, aber auch hie und da Leiden der Unterleibsorgane, des Rückenmarks u. s. w. Zucker im Harn ist also wohl ein ebenso zufälliger, inconstanter Begleiter der Tuberculose, als Eiweiss im Harn bei Hydrops; indessen wird er, gleich diesem, immer an bestimmte Verhältnisse gebunden sein, wie wir sie bei Eiweissgehalt des Harns in Hydrops zu deuten versucht haben, wie wir sie aber bei Zuckergehalt des Harns neben Tuberculose noch nicht zu deuten verstehen. Doch Hydrops ist eben so gut wie Tuberculose nur ein Gruppensymptom; erst eine künftige Aera der Medicin wird uns lehren, anstatt die Krankheiten nach einzelnen pathologisch-anatomischen oder nach chemischen Characteren zu gruppiren, dieselben nach bestimmt ausgesprochenen chemisch- und physikalisch-physiologischen Processen in Familien und Species einzutheilen.

Sollen wir nach dieser Anschauung, die wir von der Constitution des Harns in den heute gültigen Krankheitsspecies haben, auf die Eigenschaften und die Zusammensetzung des Harns und auf die Veränderungen, die derselbe in jeder einzelnen Krankheit erleidet, nun noch

näher eingehen, zumal, da wir bereits in dem Obigen nach chemischen Kategorien die Verschiedenheiten krankhaften Harns in Betracht gezogen haben? Wir glauben nicht; besser ist es, die Schiffe, die uns bis jetzt auf manchen Irrfahrten geleitet und uns endlich auf einen festern Boden geführt haben, hinter uns zu verbrennen; mögen einzelne Funken der vielen aufgestapelten Spreu uns wenigstens noch die Richtung erkennen lassen, die wir auf neuen, sichrern Wegen einzuschlagen haben. Werden wir dereinst, sowie wir es vorläufig im dritten Theile zu versuchen anfangen, im Stande sein, aus den positiven Ergebnissen der physikalischen und chemischen Untersuchung der thierischen Gewebe und Säfte die physiologischen Processe im gesunden und krankhaften Thierkörper zu errathen: dann dürften wir auch vielleicht dahin gelangt sein, für die alsdann gültigen Krankheitsfamilien und Gruppen bestimmte Charactere des Harns aufzustellen.

Bei dem Mangel an systematischen Untersuchungen normalen und abnormen Harns, bei den noch geringen Fortschritten, welche die organisch-chemische Analyse gemacht hatte, pflegte man sonst einen sehr hohen Werth auf die Analyse der Harnconcremente und auf die Harnsteine überhaupt zu legen. Vom wissenschaftlich pathologischen Standpunkte können wir die Lithiasis eben so wenig, als irgend eine der oben berührten Diathesen gelten lassen; sie liegt als Krankheit ausser unsrer Anschauungsweise. Was über die Genesis dieser Concremente übrigens gesagt werden könnte, ist leicht aus dem oben über die Harngährung (S. 403 ff.) Mitgetheiltem zu ersehen. Die Analyse solcher Concremente fällt entweder ganz der anorganischen Chemie anheim oder kommt auf die an verschiedenen Orten dieses Werks angeführten Methoden der zoochemischen Untersuchung hinaus. Wer in der Zoochemie nicht ganz fremd ist, für den bedarf es nicht jener ausführlichen Monographien über Harnconcremente, an welchen unsre Literatur so reich ist. Wenn aber der praktische Arzt in diesem Falle, wie wahrscheinlich in vielen andern, in diesem Werkchen nicht das gefunden haben sollte, was er nach so manchen Lobpreisungen der pathologisch-chemischen Errungenschaften erwarten zu dürfen glaubte: so möge er bedenken, dass nicht an einem Tage der kaum gelegte Saamen aufgeht, Blüthen treibt und Früchte trägt, und dass Decennien noch vergehen werden, ehe das erreicht wird, was die sanguinischen Hoffnungen mancher Medicochemiker ihm vorgaukelten. Die wahrhaft wissenschaftlichen, physiologischen und pathologischen Resultate kann

uns erst die Lehre von den physiologischen Processen geben, von welcher im dritten Theile dieses Werks die Rede sein wird.

Der ganzen Anlage dieses Werks gemäss sollten wir noch über die Genesis der Harnbestandtheile ebensowohl als über die physiologische Dignität der Harnabsonderung uns verbreiten: allein alles das hierher Gehörige ist entweder aus der im dritten Theile dieses behandelten Histochemie (chemischen Gewebslehre) abzuleiten oder fällt so vollständig mit der Lehre vom chemischen und mechanischen Stoffwechsel zusammen, dass wir erst dort diesen Gegenstand genügend erörtern können.

Ende des zweiten Theils.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.